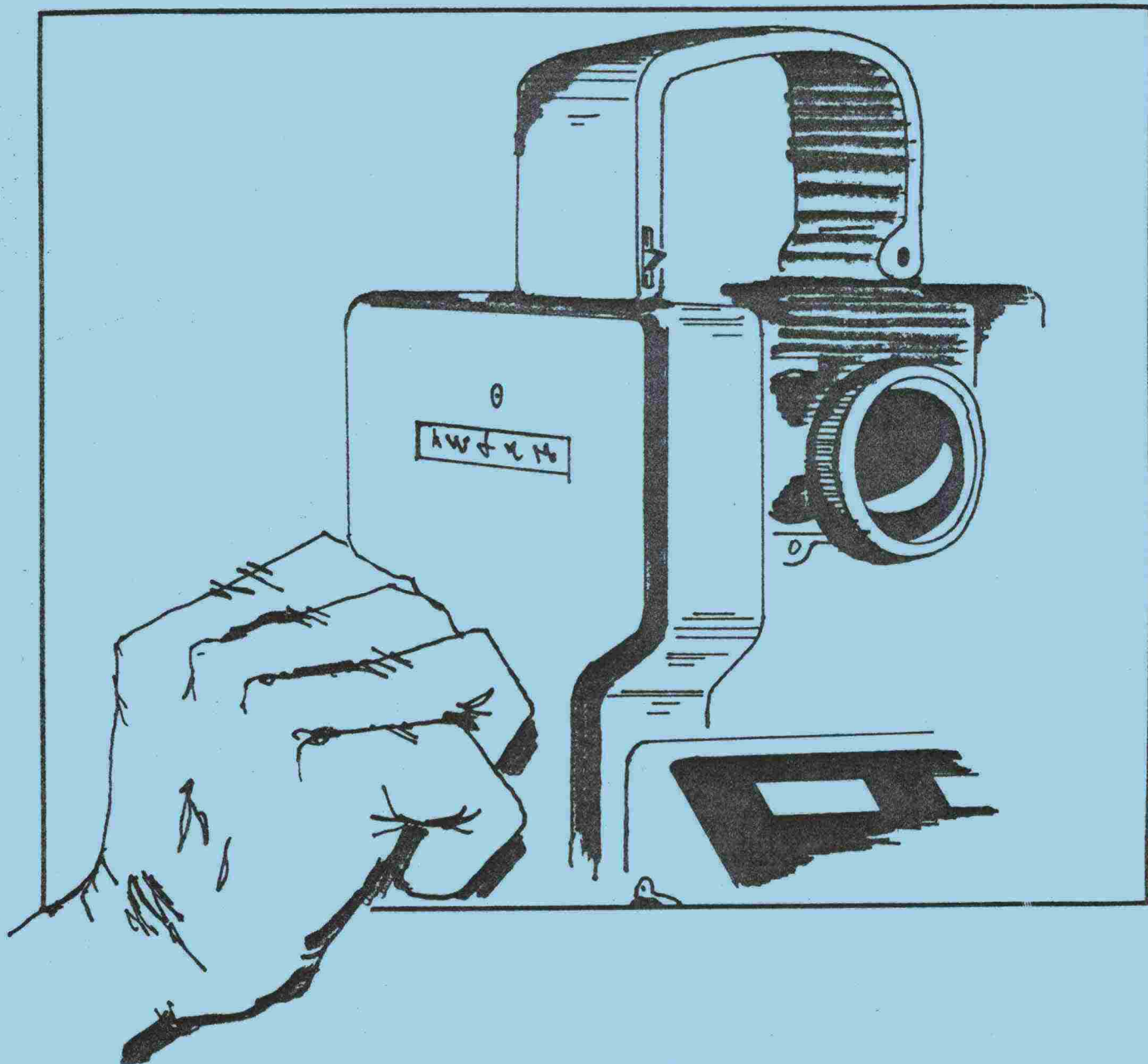


TIETYÖMAAN MITTAUKSET



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
RAKENNUSOSASTO, TIENRAKENNUSTOIMISTO

VIATEK OY

KESÄKUU 1986

TVH 731627

TIETYÖMAAN MITTAUKSET

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
Rakennusosasto, tienrakennustoimisto

VIATEK OY
Kesäkuu 1986

ISBN 951-46-7345-X

ALKUSANAT

Tämä raportti käsittelee TVH:n tienrakennustoimiston tilaamaa selvitystä, jonka tarkoituksena oli määritellä tienrakennustöiden tarkkuusvaatimukset, kehittää eri työvaiheiden merkitsemistekniikkaa, selvittää työmaiden mittaus- ja atk-välineistön hankintaa sekä tehdä esitys mittaushenkilöstön koulutuksesta. Raportin pohjalta on tehty myös erillinen tiemittauksia koskeva työselitysluonnos. Selvitys on tehty vuoden 1985 ja kevään -86 kuluessa. Työssä on toiminut konsulttina Viatek Oy. Työtä on valvonut dipl.ins. Erkki Matilainen (TVH/Rt). Työryhmän kokoonpano on ollut seuraava:

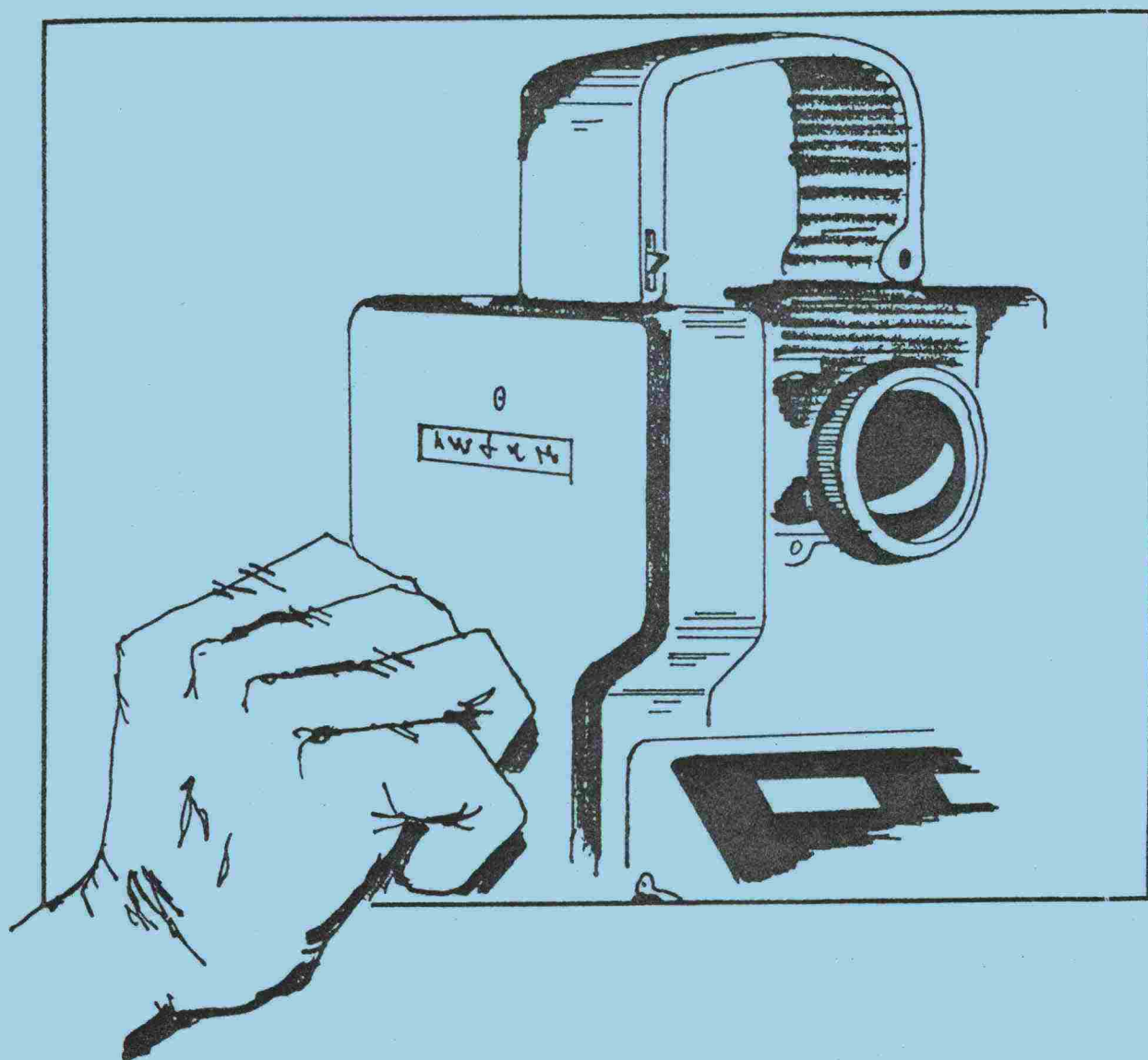
Tsto.ins.	Matti Arkko	TVH/Rt	(pj.)
Tsto.ins.	Matti Hämäläinen	TVH/Sts	
Dipl.ins.	Tauno Suominen	TVH/Stie	
Ins.	Tapani Kokko	Viatek Oy	
Dipl.ins.	Seppo Jaakonaho	"	(siht.)

SISÄLTÖ

- I TARKKUUSVAATIMUKSET
- II TIEN RAKENTEIDEN MERKITSEMINEN
- III RAKENTAMISMITTAUKSET JA ATK
- IV MITTAUSVÄLINEET
- V TYÖMAAMITTAUSKOULUTUKSEN JÄRJESTÄMINEN
- VI TVL:N TYÖMAAMITTAUSHENKILÖSTÖN KYSELYN TULOKSET

TIETYÖMAAN MITTAUKSET

I OSA: TARKKUUSVAATIMUKSET



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
RAKENNUSOSASTO, TIENRAKENNUSTOIMISTO

VIATEK OY

KESÄKUU 1986

I

TARKKUUSVAATIMUKSET

SISÄLTÖ

	Sivu
JOHDANTO	1
1. TYÖMAAMITTAUSTEN JA RAKENTAMISEN YLEISET TARKKUUUSVAATIMUKSET	2
1.1 Luokitus	2
1.2 Mittausten tarkkuus	2
1.3 Rakentamisen tarkkuus	4
1.4 Tien tasosijaintitarkkuus	6
2. TYÖMAAMITTAUSTEN VIRHELÄHTEET	6
3. MITTAUSVIRHEIDEN KUSTANNUSVAIKUTUKSIA	7
4. TYÖMAAMITTAUSTEN TARKISTAMINEN	8

LIITE 1 Rakentamisen tarkkuusvaatimukset

KIRJALLISUUTTA

JOHDANTO

Tienrakennustöiden tarkkuusvaatimukset ovat melko hajallaan useissa eri lähteissä, joten niistä on vaikea muodostaa kokonaiskäsitystä. Rakentamista varten on määritelty tarkkuusvaatimuksia lähinnä päällysrakenne- ja viimeistelytyöille. Tien eri osien sijaintitarkkuudelle poikkileikkauksen suunnassa ei sen sijaan ole esitetty vaatimuksia. Paikalleenmittaustöiden tarkkuudelle on tienrakennustöiden yleisessä työselityksessä käytetty SFS:n standardia. Eri tarkkuusvaatimusten yhteisvaikutusta tien lopulliseen sijaintiin ympäristöön nähden ei ole nykyisissä ohjeissa tarkasteltu.

Tässä raportissa on pyritty antamaan tarkkuusvaatimukset työmaamittauksille ja rakentamiselle sekä tien lopulliselle tasosijainnille.

1. TYÖMAAMITTAUSTEN JA RAKENTAMISEN YLEISET TARKKUUSVAATIMUKSET

1.1 Luokitus

Kaikille teille ei ole syytä asettaa samoja tarkkuusvaatimuksia. On eri asia rakentaa korkealuokkaista väylää taajamaan kuin alempiluokkaista tietä maaseudulle.

Luokituksen tarkoituksena on taata riittävä tarkkuustaso suurta tarkkuutta vaativissa kohteissa ja toisaalta väljentää ja rakentamisen tarkkuusvaatimuksia siellä, missä se on perusteltua. Työmaamittausten ja rakentamisen tarkkuusluokitus on esitetty taulukossa 1.

Luokkaan A, yleiset tiet kaava-alueilla, kuuluvat kaikki asema- tai rakennuskaava-alueilla tehtävät tierakennustyöt. Luokka käsittää tällöin yleiset tiet ja näiden katuliittymät sekä jalankulku- ja pyörätiet.

Luokka B, valta- ja kantatiet sekä seudulliset tiet, on tarkoitettu haja-asutusalueiden tienrakennustöihin.

Luokka C, kokoojatiet ja yhdystiet käsittää muut, edellisten luokkien ulkopuolelle jäävät tiet, yksityistiet sekä jalankulku- ja pyörätiet kaava-alueiden ulkopuolella.

Luokka X, sillat ja muut erikoisrakenteet, käsittää tiehen liittyvät rakenteet, joihin sovelletaan omia erityisvaatimuksia. Näitä vaatimuksia ei ole tässä selvityksessä käsitelty tarkemmin.

Luokassa C sallitaan yksityisteille tarvittaessa poikkeaminen taulukon 1 vaatimuksista.

1.2 Mittausten tarkkuus

Tietyömaan mittausten tarkkuusvaatimuksissa voidaan erottaa kaksi tasoa (taulukko 1).

I	runkopisteiden tarkkuus
II	tähtäysmerkkien tasosijainti- ja korkeus-tarkkuus

Tiemittauksiin käytettävien runkopisteiden mittauksissa noudatetaan kaava-alueen ulkopuolella maanmittaushallituksen kiertokirjelmän n:o 5/74 vaatimuksia. Kaavoitetuilla alueilla noudatetaan kaavoitusmittausohjeen määräyksiä.

Taulukko 1. Työmaamittausten tarkkuusvaatimukset.

Mittaustarkkuus				Rakentamisen tarkkuus
TARKKUUSLUOKKA	TÄHTÄYSMERKIT			RAKENTAMINEN TÄHTÄYSMERKKIEN PERUSTEELLA
	Tasosijainti		Korkeus	
	L/P	P/V		
A YLEISET TIET KAAVA-ALUEILLA	0,7 x B = 70 mm	0,7 x B = 35 mm	10 mm	Taulukko 2
B VALTA- JA KANTATIET SEKÄ SEUDULLISET TIET	100 mm	50 mm	10 mm	Taulukko 2
C KOKOOJA- JA YHDYSTIET	1,5 x B = 150 mm	1,5 x B = 75 mm	10 mm	Taulukko 2
X SILLAT JA MUUT ERIKOISRAKENTEET	Erityisohje	Erityisohje	Erityisohje	Erityisohje

Tähtäysmerkkien tarkkuusvaatimukset on saatu soveltamalla tien-rakennustöiden työselityksen /1/ tarkkuusvaatimusta.

$$\text{Tarkkuus} \quad \pm K \sqrt{L},$$

josta $K =$ työvaiheesta riippuva vakio
 $L =$ mitattavan pisteen etäisyys lähtöpisteestä.

Menetelmissä, jossa mittalinja mitataan paikoilleen monikulmionpisteiltä ja tähtäysmerkit mittalinjalta, saadaan yllä mainittua vaatimusta soveltaen yhdistetty tarkkuusvaatimus tähtäysmerkil-
le:

$$\text{Yhdistetty tarkkuusvaatimus} \quad \pm K \sqrt{L_1 + L_2},$$

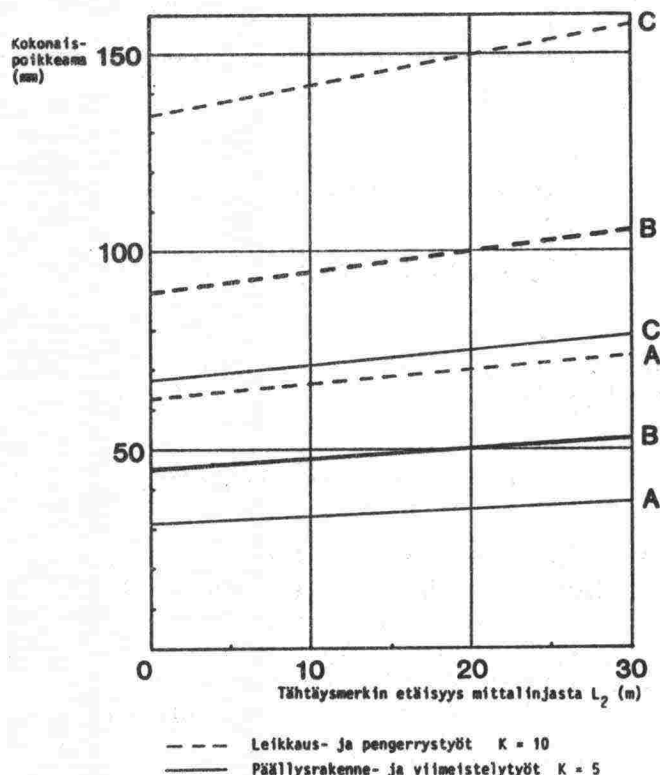
jossa $L_1 =$ mittalinjan paalun etäisyys monikulmionpisteeltä
 $L_2 =$ tähtäysmerkin etäisyys mittalinjalta.

Vaatimusta yksinkertaistettiin olettamalla L_1 lle sopiva keskimääräinen arvo ($L_1 = 80$ m). Näin voitiin laskea yhdistetty tarkkuusvaatimus tähtäysmerkeille luokissa A, B, C, kun otettiin lisäksi huomioon seuraavat kertoimet:

$$A = 0,7 \times B$$

$$C = 1,5 \times B$$

Kuvasta 1 havaitaan, että B-luokan arvot vaihtelevat suhteellisen vähän; leikkaus- ja pengerrystöissä 89 - 105 mm sekä päällysrakenne- ja viimeistelytyöissä 45 - 52 mm. Tämän vuoksi on yksinkertaistinta asettaa tarkkuusvaatimukset mittaustöille lähtien arvoista 100 mm ja 50 mm.



Kuva 1. Yhdistetyt tarkkuusvaatimukset eri luokissa.

Tähtäysmerkkien korkeustarkkuudelle on annettu yksi arvo, 10 mm, joka voidaan saavuttaa kaikissa luokissa yhtä helposti.

1.3

Rakentamisen tarkkuus

Rakentamisen tarkkuudella tarkoitetaan valmiin tien osien poikkeamaa tähtäysmerkkien osoittamasta asemasta.

Rakentamisen tarkkuusvaatimukset luokalle B on esitetty taulukossa 2 (liite 1). Eri työvaiheista on eroteltu leikkaus- ja pengerrystyöt, päällysrakenne- ja viimeistelytyöt sekä muut työt. Viimeksi mainittuun kuuluvat lähinnä erilaisten varusteiden ja laitteiden asennustyöt. Taulukossa on annettu tarvittaessa vaatimuksia seuraaville ominaisuuksille:

sijainti
korkeus
kaltevuus
leveys
paksuus
epätasaisuus.

Leikkaus- ja pengerrystöistä on tarkkuusvaatimuksia annettu ojan pohjan, luiskien sekä alusrakenteen tekemiselle.

Ojan rakentamisessa on määritelty vaatimukset pohjan sijainnille ja korkeudelle. Luiskat on jaettu pengerluiskiin sekä leikkauksen sisä- ja ulkoluiskiin, joille kullekin on annettu sijainti- ja kaltevuusvaatimukset, sisäluiskalle lisäksi tasaisuusvaatimus. Alusrakenteen yläpinnan laatua pyritään puolestaan valvomaan sijainti-, korkeus-, kaltevuus- ja leveysvaatimuksilla.

Päällysrakenne- ja viimeistelytöissä on haluttu kiinnittää huomiota rakennekerrosten, valmiin tienpinnan, koko päällysrakenteen sekä kuivatuksen laatuun. Rakennekerroksille on määritelty tarkkuusvaatimukset korkeudelle, kaltevuudelle, leveydelle, paksuudelle sekä epätasaisuudelle. Valmiin tienpinnan päällysteelle on lisäksi esitetty tasosijaintitarkkuus. Päällysrakenteen kokonaispaksuudelle on määritelty poikkeaman raja-arvot. Kuivatusrakenteista, joista tässä on käsitelty rumpuja, sadevesiviemäreitä ja kaivoja, on tarkkuusvaatimuksia esitetty tasosijainnille, korkeudelle sekä kaltevuudelle. Esitettyjä tarkkuusvaatimuksiakin tärkeämpi on kuitenkin suhteellinen tarkkuus liittyvän rakenteen suhteen. Esimerkkinä mainittakoon sadevesikaivon kannen ja tienpinnan suhteellinen tarkkuus.

Muista töistä, joita ovat valaisinpylväiden, porttaalien, kaiteiden, reunatukien, kaapelien, liikennevalojen, liikennemerkkien ja ajorataaalausten rakentaminen, on tarkkuusvaatimuksia määritelty yleensä tasosijainnille, joillekin myös korkeudelle. Kaiteiden ja reunatukien rakentamisessa pyritään ottamaan huomioon myös tasaisuus.

Osa taulukossa 2 esitetyistä tarkkuusvaatimuksista on säilytetty nykyisellään. Näitä ovat mm. rakennekerrosten paksuus- ja tasaisuusvaatimukset, joista on annettu laatuvaatimuksia laadunvalvontaohjeissa. Lisäksi on tienrakennustöiden työselityksen valaistusta ja ajorataaalaauksia koskevat vaatimukset säilytetty ennallaan.

Taulukon tarkkuusvaatimuksissa on joitakin toisensa kumoavia arvoja (esim. korkeus/paksuus) ja tällöin tulee tapaus kerrallaan harkita vaatimusten tärkeysjärjestys.

Tien pituussuuntaisen tasaisuuden saavuttamiseksi on tasosijainnille ja leveydelle annettu lisävaatimus, joka ei salli kahta poikkeaman ääriarvoa alle 80 m matkalla. Tämä määrittelee myös poikkeamille sallittavan muutosnopeuden.

Luokalle A, kaava-alueiden tiet, on esitetty luiskien tasosijainti- ja kaltevuusvaatimuksissa B-luokkaa tiukempia arvoja. C-luokan eli kokooja- ja yhdysteiden vaatimukset saadaan kertomalla taulukon arvot 1,5:llä.

1.4 Tien tasosijaintitarkkuus

Tien tasosijaintitarkkuudella tarkoitetaan sitä tilaa, jonka rajojen sisäpuolella valmiin tien rakenteen on sijaettava ympäristöönsä nähden.

Tasosijaintitarkkuus koostuu mittaustarkkuudesta ja rakentamistarkkuudesta ja sillä on yleensä merkitystä ainoastaan tarkasteltaessa tien sijaintia esim. rakennuksiin ja muuhun tieympäristöön nähden. Tien tasosijainti ympäristöönsä nähden määritellään luisien ulkoreunojen avulla. Tien tasosijainnille sallitaan seuraavat poikkeamat:

Luokka	Sallittava poikkeama (m)
A	+ 0,20
B	+ 0,50
C	+ 1,00

Tasosijaintitarkkuutta tarkastellaan koordinaatiston suhteen, jolloin eri tarkkuusvaatimukset ovat keskenään vertailukelpoisia.

Rakentamisessa tulisi käyttää samaa runkopisteistöä, jota suunnittelussa on käytetty. Tällöin ei runkomittausten virheitä tarvitse ottaa huomioon.

2. TYÖMAAMITTAUSTEN VIRHELÄHTEET

Tietyömaiden mittauksissa syntyvät virheet aiheutuvat mm. mitauslaitteista, mittaustavoista, ulkoisista olosuhteista, inhimillisistä tekijöistä sekä virhelähteiden muutoksista mittauksen kuluessa. Mittauslaitteista ja -tavoista aiheutuvat virheet muodostavat tärkeän osan koko mittaustyön virheistä.

Mittanauhaa ja prismaa käytettäessä virhelähteitä ovat mm. mittanauhan lämpötila- ja kaltevuuskorjauksen tekemättä jättäminen sekä prismauksen epätarkkuus, etenkin kaltevassa maastossa. Tampereen teknillisessä korkeakoulussa tehdyn tutkimuksen /5/ mukaan mittanauhan ja prisman käyttö soveltuu huonon tarkkuuden vuoksi ainoastaan karkeisiin maarakennustöihin, kuten leikkaus- ja pengerrystöihin. Myös teodoliitin ja mittanauhan yhdistelmä osoittautui melko epätarkaksi. Tämä johtunee siitä, että menetelmä vaatii suurta huolellisuutta ja edellyttää mitausryhmältä korkeaa ammattitaitoa.

Elektro-optisten etäisyysmittarien virhelähteitä ovat mm. sääolosuhteet, ilman lämpötila, paine ja kosteus. Nämä vaativat omat korjauksensa ennen mittausten aloittamista. Elektro-optisilla mitauslaitteilla saavutettiin em. tutkimuksessa yleensä hyviä tuloksia etäisyysmittauksessakin tienrakennustöiden tarkkuustasoilla ($K \geq 5$).

Yhteenvedona TTKK:n tutkimuksesta voidaan todeta, että suurin virhe syntyy yleensä etäisyyden mittauksessa. Sen sijaan kulmanmittaukset ovat nykyisillä laitteilla melko tarkkoja. Tämän vuoksi olisi tietyömaan tarkkuutta vaativissa mittauksissa syytä käyttää menetelmiä, joissa mittanauhaa ei tarvita. Kysymykseen tulisivat tällöin lähinnä elektro-optinen mittaus sekä eteenpäinleikkaus. Karkeissa työvaiheissa, kuten leikkaus- ja pengerrystyöt, saattaa mittanauhan ja prisman käyttö tulla kysymykseen.

Suuri virhelähde, etenkin päällysrakennetöissä, ovat paalujen ja tähtäysmerkkien pystytyksestä ja lukemisesta aiheutuvat virheet. Karkeaan maaperään tai rakenteeseen pystytettävät merkit eivät aina tule oikealle kohdalleen ja ne myös liikkuvat helposti työn kuluessa. Tähtäysmerkkien silmämääräinen lukeminen aiheuttaa myös usein virheitä, etenkin, jos tähtäys joudutaan tekemään tähtäysmerkkilinjan ulkopuolelta.

Myös routa saattaa aiheuttaa virheitä mittauksiin epätasaisten ja tilapäisten nousujen vuoksi.

3. MITTAUSVIRHEIDEN KUSTANNUSVAIKUTUKSIA

Seuraavassa on laskettu eräitä rakentamisen lisäkustannuksia, joita voi pahimmassa tapauksessa syntyä työmaamittausten ja rakentamisen virheiden ja epätarkkuuden vaikutuksesta esimerkiksi leikattaessa liikaa tai tehtäessä rakenteesta suunniteltua paksumpi.

Laskelmat on tehty 10/7 tielle, 100 m matkalle edellyttäen, että korkeusvirhe on 10 cm. Kestopäällysteellä on laskelman perusteenä käytetty yhden cm:n systemaattista virhettä.

Kallioleikkaus	150 m ³	6 200 mk
Maaleikkaus	250 m ³	3 300 mk
Maapenger	100 m ³	1 900 mk
Ojan pohja	50 m ³	700 mk
Suodatinkerros	120 m ³	2 900 mk
Jakava kerros	110 m ³	2 800 mk
Kantava kerros	100 m ³	3 000 mk
Kestopäällyste	10 m ³	3 500 mk

4. TYÖMAAMITTAUSTEN TARKISTAMINEN

Tien tähtäysmerkit on syytä kunkin työvaiheen merkitsemisen jälkeen, jotta mahdolliset karkeat virheet voitaisiin ajoissa havaita. Tarkistaminen voidaan tehdä alla selostettavalla yksinkertaisella menetelmällä.

Tarkistettavalta linjalta valitaan sopiva otos, n. 10 - 20 % paaluista, joiden sijainti mitataan eri menetelmällä kuin alkuperäinen paalutus. Tämän jälkeen lasketaan kunkin paalun poikkeama.

Tarkistettujen paalujen poikkeaminen keskiarvon tulee olla sallitun arvon alapuolella. Sallittava poikkeama saadaan kohdan 1.2 taulukosta 1. Suurin yksittäinen poikkeama saa olla 2,5 kertaa sallittava poikkeama. Jos tämän arvon ylittäviä paaluja on tarkistettavalla linjalla yli 2 %, on koko linja syytä tarkistaa ja mitata tarvittaessa uudelleen.

Mikäli työmaalla on käytössä elektroninen takymetri ja maastotallennin saadaan aikaisemmin mitattujen paalujen ja tähtäysmerkkien poikkeamat suunnitelman mukaisista koordinaateista suoraan mittauskojeesta tai työmaan mikrotietokoneella tarkistuslaskennalla.

Rakentamisen tarkkuuden tarkistaminen kuuluu laadunvalvonnan piiriin, joten sitä ei tässä selvityksessä käsitellä.

KIRJALLISUUTTA

1. Tienrakennustyöt. Yleinen työselitys
TVH 1979
2. Maanmittaushallituksen kiertokirjelmä nro 5/74
kiintopisteiden luokituksesta
3. Maanmittaushallitus. Kaavoitusmittausohjeet.
Julkaisu 49. 15.2.1983.
4. Tietyömaan mittaukset. TVH Tienrakennustoimisto
Viatek Oy 1984
5. Jaakko Uotila, Tietekniikan geodeettiset mittaukset.
TKK Tietekniikka. Otaniemi 1979
6. Markku Taavitsainen, Ari Huhtala.
On the Accuracy of Setting Out Methods in Construction.
Department of Civil Engineering, Tampere University of
Technology. XVII International Congress of Surveyors.
Sofia 1983.
7. Laadunvalvontaohjeet. Alusrakenne ja päällysrakenteen
sitomattomat kerrokset. TVH 1980.

TAULUKKO 2 RAKENTAMISEN TARKKUUS

LUOKKA A: KAAVA-ALUEIDEN TIET (SAMAT VAATIMUKSET; TAULUKOSSA JOITAKIN LISATARKKUUSVAATIMUKSIA)

LUOKKA C: KOKOOJA- JA YHDIET (TAULUKON ARVOT PAKSUUTTA LUKUUNOTTAMATTA KERROTTUNA 1,5:LLÄ)

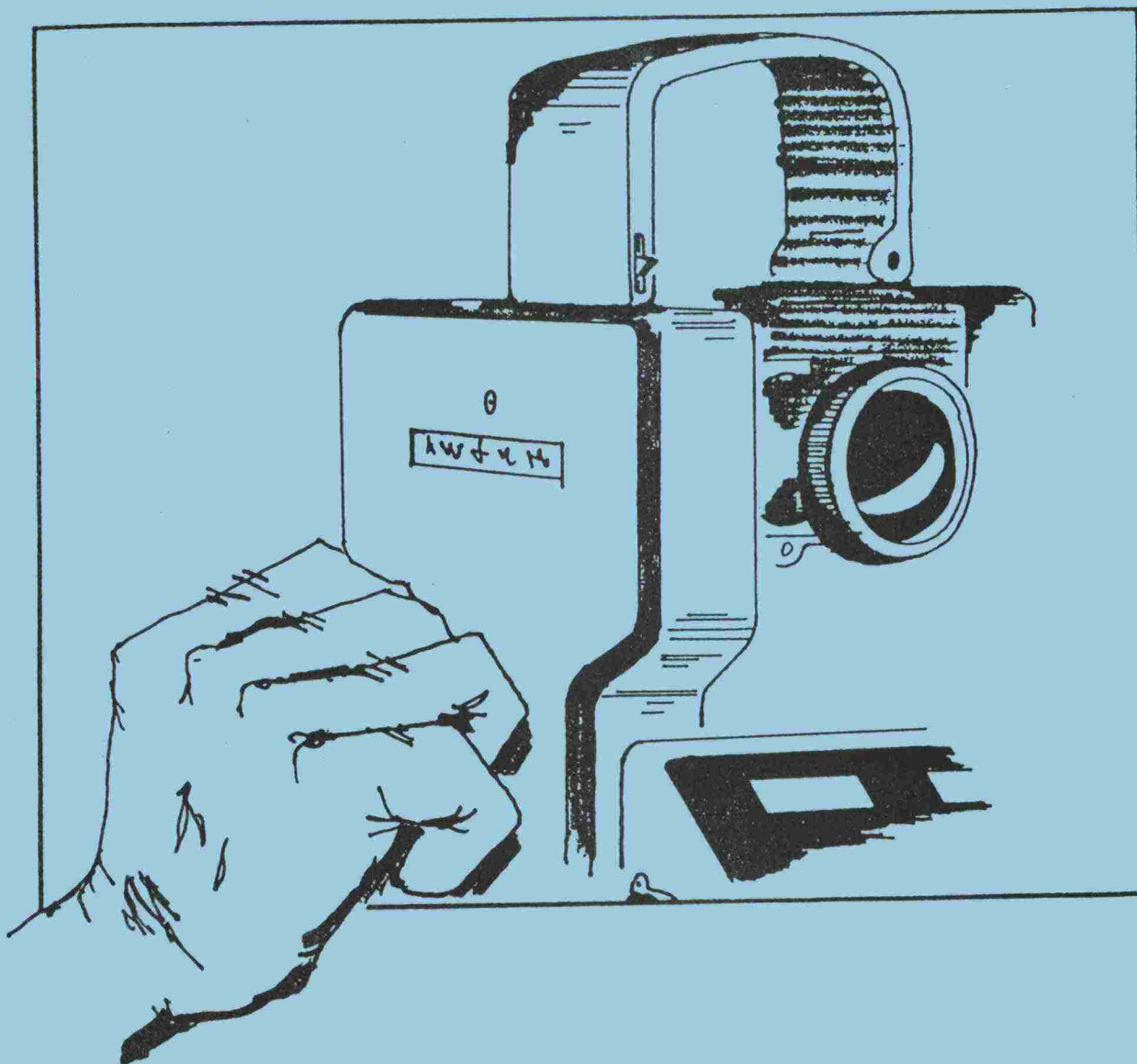
LUOKKA B. VALTA- JA KANTATIED SEKÄ SEUJULLISET TIET

KOHDE	TASOSIJAINTI 1)2)3)	KORKEUS 1) 3)	SIVUKALTEVUUS 1)	LEVEYS 2) 3)	PAKSUUS	TASAISUUS 4)	HUOMAUTKSIA
LEIKKAUS- JA PENGERRYSTYÖT							
OJAN POHJA	+ 100	+ 50					EI SAA SYNTYÄ YLI 50 mm LATAKUITA
LUISKAT	+ 400 (A = + 150)		+ 10 % (A = + 2 %)			50	SIJAINTI TARKOITTAÄ LUISKAN JA MAANPINNAN YHTYMÄKOHTAA
- PENDERLUISKA	+ 100		+ 3 %			100	
- LEIKKAUKSEN SISÄLUISKA	+ 400 (= + 150)		+ 10 % (A = + 2 %)				
- LEIKKAUKSEN ULKOLUISKA							
ALUSRAKENTEEN YLÄPINTA							
- MAAPENGER JA LEIKKAUS	+ 100	- 100	+ 0,5 %-YKS.	+ 100			
- LOUHEPENGER	+ 100	+ 50	+ 0,5 %-YKS.	+ 100			
PÄÄLLYSRAKENNE - JA VIIMEISTELYTYÖT							
SUODATINKERROS		+ 100	+ 0,5 %-YKS.	+ 100	- 30... + 100	50	
JAKAVA KERROS		+ 80	+ 0,5 %-YKS.	+ 100	- 30... + 100	30	
KANTAVA KERROS		+ 50	+ 0,3 %-YKS.	+ 100	- 30... + 60	20	
VALMIS TIENPINTA							
- PÄÄLLYSTE	+ 100	+ 50	+ 0,3 %-YKS.	+ 100	KS. URAKKAOHJELMA	KS. URAKKAOHJ.	TASAVIIIVAN KORK. VÄHÄISISSÄ POIKKEAMISSA VOIDAAN TEHDÄ SUUNNITELMAN MUUTOS
KOKO PÄÄLLYSRAKENNE					- 60... + 180		PAKSUUSVAATIMUS SILTOJEN KOHDALLA
KUIVATUS							+ 20 mm
- RUMMUT	+ 100	+ 50	+ 0,5 %-YKS.				RUMMUN SIJAINTI LUISKAAN NÄHDEN MINIMIKALTEVUUS SÄILYTETTÄVÄ KORKEUS VALMIIN PÄÄLLYSTEEN PINNASTA
- SADEVESIVIEMÄRIIT	+ 100	+ 30...+ 100	KS. TYÖSELITYS				
- SADEVESIKAIVOT	+ 100	- 20					
MUUT TYÖT							
VALAISINPYLV. JALUSTAT	+ 50	+ 50					YKSITTÄINEN POIKKEAMA LINJASTA 50 mm
PORTTAALIT	+ 50	+ 50					
KAITEET	+ 50	+ 50					20
REUNATUET	+ 50						20
KAAPELIT	+ 200						
LIIKENEVALOPYLVÄÄT	+ 50	+ 50					
LIIKENEMERKIT							
AJORATAMAALAUKSET	+ 50			+ 5			
							KATKOVIIIVAN POIKKEAMA LINJASTA 50 mm

1) TÄHTÄYSMERKKIEN SUHTEEN
2) SIAINTI POIKKI LEIKKAUKSEN SUUNNASSA

TIETYÖMAAN MITTAUKSET

II OSA: TIEN RAKENTEIDEN MERKITSEMINEN



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
RAKENNUSOSASTO, TIENRAKENNUSTOIMISTO

VIATEK OY

KESÄKUU 1986

II

TIEN RAKENTEIDEN MERKITSEMINEN

SISÄLTÖ

	Sivu
JOHDANTO	1
1. TYÖMAAMITTAUSTEN SUUNNITTELU	2
2. TYÖVAIHEIDEN MERKITSEMINEN	3
2.1 Runkopisteistön täydentäminen	3
2.2 Mittalinjan paalutus	3
2.3 Haltuunottomerkkien asettaminen	4
2.4 Raivausalueen merkitseminen	4
2.5 Pohjanvahvistustöiden merkitseminen	4
2.6 Kallioleikkausten merkitseminen	4
2.7 Maaleikkausten merkitseminen	5
2.8 Penkereiden merkitseminen	6
2.9 Kuivatuslaitteiden merkitseminen	6
2.10 Päällysrakennekerrosten merkitseminen	7
2.11 Päällysteiden merkitseminen	7
2.12 Liittymien sekä varusteiden ja laitteiden merkitseminen	7
2.13 Määrälaskentamittaukset	8
2.14 Siltojen mittaus	8
3. MERKITSEMISTAVAN VALINTA	9
4. MERKITSEMISTÖITÄ VÄHENTÄVIÄ MENETELMIÄ JA VÄLINEITÄ	10
LIITE 1 Tähtäysmerkkien asettaminen eri työvaiheissa.	

JOHDANTO

Yksiajorataisen tien yhtä poikkileikkausta kohden tarvitaan tien rakentamisen aikana 15 - 20 erilaista paalua, merkkiä tai luiskalautaa. Käytännössä tämä merkitsee tiekilometriä kohden kaiken kaikkiaan noin 1 000 erilaista merkkiä.

Mittaustöiden kustannusten ja tien rakentamisen tehokkaan ja tarkan suorituksen kannalta tulee kutakin työvaihetta varten valita sopivin merkitsemistapa ja tähtäysmerkkien lukutekniikka. Nykyinen käytäntö tienrakennustyömailla on vaihteleva, vaikka yleisissä työselityksissä onkin annettu ohjeet mittaustavoista ja merkitsemistekniikasta.

Tässä raportissa on esitetty työmaamittausten eri vaiheet ja kuhunkin rakentamisen vaiheeseen soveltuva merkitsemistekniikka. Raportissa on lisäksi käsitelty mittaamiseen ja merkitsemiseen liittyviä teknillisiä yksityiskohtia ja työtä helpottavia menetelmiä.

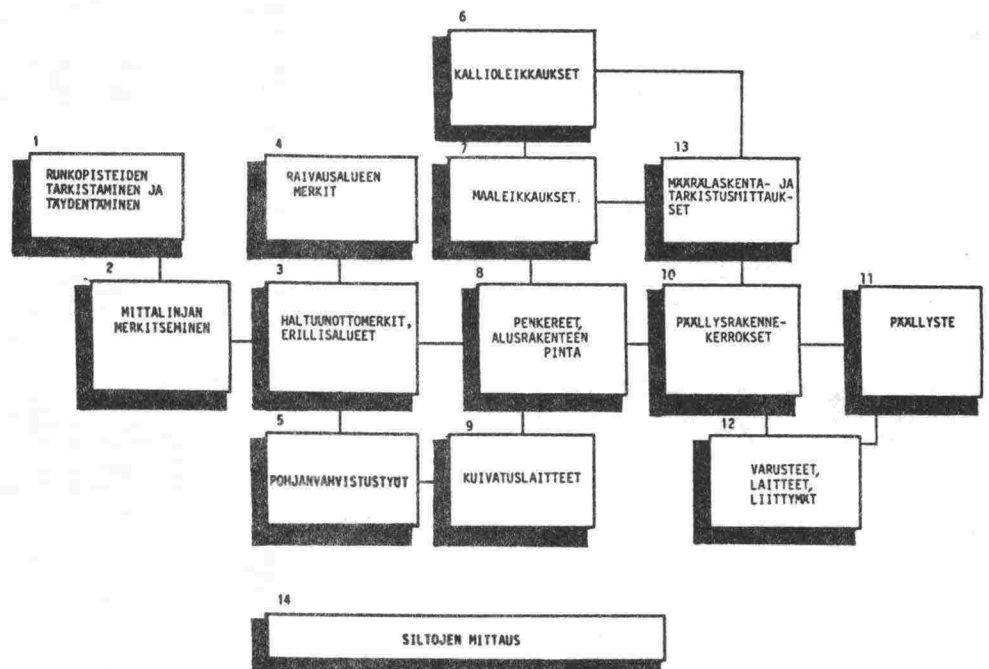
1. TYÖMAAMITTAUSTEN SUUNNITTELU

Työmaamittausten avulla merkitään maastoon tien rakenteet rakennustyön eri vaiheita varten. Näitä työvaiheita ovat mm. raivaustyöt, leikkaus- ja pengerrystyöt, pohjanvahvistustyöt, paalutukset, alusrakenteen muotoilu, päällysrakennekerrosten teko, kulutuskerroksen rakentaminen, sivuojien sekä erilaisten varusteiden ja laitteiden rakentaminen.

Työmaamittaukset, niiden eri vaiheet ja käytettävä tekniikka tulisi kussakin tapauksessa suunnitella työn alkuvaiheessa. Työmaamittausten vaativuus ja tarvittava tekniikka riippuu rakennuskohteesta. Vaativimpia kohteita ovat taajamaympäristöön rakennettavat korkealuokkaiset väylät. Vähemmän vaativia kohteita ovat maaseudulle rakennettavat alemman luokan tiet. Mittaustöiden suunnittelussa tulee myös ottaa huomioon mittaustöiden tarkkuusvaatimusten saavuttaminen.

Kutakin työvaihetta varten tulee valita edullisin mittaus- ja merkitsemismenetelmä, joka takaa kyseisen työn riittävän tarkan tekemisen. Joissakin tapauksissa voidaan samoja tähtäysmerkkejä käyttää useassa työn eri vaiheessa. Mikäli työvaihe kestää pitkään, joudutaan asetettuja merkkejä ja malleja tarkistamaan ja uusimaan. Ennen työn alkua tulee selvittää, mitä menetelmiä työssä tullaan käyttämään sekä ottaa huomioon koneiden kuljettajien tarpeet, jotta tähtäysmerkkien käyttö olisi mahdollisimman tarkoituksenmukaista.

Sen jälkeen kun työmaamittaukset on suunniteltu, tulisi laatia taulukko työmaamittausten seuranta varten. Siihen merkitään, mitä mittauksia milläkin rakennustyön osalla on tehty. Tämä helpottaa työn suunnittelua ja seuranta sekä on apuna, jos työmaamittauksista vastaava henkilö vaihtuu kesken rakentamisen.



Kuva 1. Työmaamittausten vaiheet

2. TYÖVAIHEIDEN MERKITSEMINEN

Tähtäysmerkkien pystytyksessä on tärkeää, että kaikki paalut ja rimat ovat tukevasti täsmälleen oikeilla paikoilla. Nykyinen tapa, jossa käytetään rautakankea paalujen pystytykseen on heikko etenkin, jos maaperä on kivistä tai routaista. Tukevasti ja riittävän syvään perustettu paalu ei kovin helposti siirry tai kallistu työkoneiden liikkeiden, roudan tai vastaavan syyn vaikutuksesta.

Myös luiskalautojen asettaminen oikeaan paikkaan leikkauksissa on tuottanut vaikeuksia. Ongelmana on ollut se, että suunnitelmassa esitetty maanpinta ei aina pidä tarkoin paikkaansa, jolloin valmiita tähtäysmerkkilaskelmia ei voida käyttää. Asia voidaan korjata laskemalla valmiiksi muutama luiskamallin piste molemmin puolin luiskan ja maanpinnan teoreettista leikkauskohtaa.

Korkeusmerkkeihin ja rimoihin joudutaan usein kirjoittamaan paalulukemia, korkeuksia ja merkintöjä siitä, mitä tien rakennetta merkki kuvaa. Tätä voidaan helpottaa kirjoittamalla tarvittavat tiedot pienelle muovilapulle sään kestävällä tussilla ja kiinnittämällä lappu rimaan. Näiden tietojen avulla on myös helppo korjata merkin sijainti, jos siihen on tarvetta.

2.1 Runkopisteiden täydentäminen

Rakennustöiden alkaessa on tarkistettava runkopisteiden taso- ja korkeussijainti. Töiden aikana joudutaan pisteistöä lähes aina täydentämään sekä tekemään tarvittavat uudet laskelmat. Tämä on välttämätöntä, koska monet runkopisteet jäävät rakennustyön alle, ovat sopimattomassa paikassa tai liian kaukana tielinjalta. Rakennussuunnitelman tekemisen yhteydessä ei toisaalta ole aihetta pyrkiäkään kovin täydelliseen runkopisteistöön, vaan tehdään suunnitelman vaatima pisteistö, jota täydennetään rakennustyön aikana. Pisteiden täydentämistarvetta voidaan vähentää, jos tulevan työmaan mittauksista vastaava henkilö tutustuu mittausuunnitelmaan jo suunnitteluvaiheessa ja tekee omat ehdotuksensa mittausuunnitelman sisällöstä suunnittelijalle.

2.2 Mittalinjan paalutus

Tien mittalinja paalutetaan yleensä 20 m välein 50 x 50 mm² puupaaluilla, jotka jäävät näkyviin 0,6 m maanpinnan yläpuolelle. Paaluun merkitään paalulukema ja ne maalataan yleensä yläpäästään punaisiksi.

Tien keskilinja kannattaa yleensä sitoa tiealueen ulkopuolelle asetettuihin sidontapaaluihin. Tällöin voidaan käyttää toisena sidontapaaluna tiealueen haltuunottopaalua. Sidontapaaluihin merkitään etäisyys tien keskilinjasta.

2.3 Haltuunottomerkkien asettaminen

Haltuunotettava alue merkitään maastoon 50 x 50 mm² puupaa-luilla, joiden pää maalataan keltaiseksi. Merkintä voidaan tehdä myös maalimerkillä avokallioon tai maakiveen. Sopiva paaluväli epätasaisessa maastossa tai asutuilla alueilla on 20 m, mutta tasaisessa maastossa ja asumattomilla alueilla riittää yleensä 40 m. Tilanteen vaatiessa esimerkiksi kaava-alueilla, on käytettävä 20 m lyhyempiä paaluvälejä.

2.4 Raivausalueen merkitseminen

Alustavia töitä ovat puun kaato, ruokamullan sekä kivien ja kantojen poisto. Näitä varten merkitään suunnitelman mukainen alue. Tarvittaessa merkitään erikseen kunkin työvaiheen tarvitsema alue. Sopiva paaluväli on 20-40 m. Mittaukset tehdään kohti-suoraan mittalinjalta mittanauhalla ja prismalla. Alueet merkitään 25 x 50 mm² rimoilla, jotka jäävät näkyviin n. 1 m maanpin-nan yläpuolelle. Rimoihin merkitään kyseistä työvaihetta tarkoit-tava sopiva lyhennys.

Raivaustöitä ei saa tehdä haltuunottoa varten asetettujen maasto-merkkien perusteella, vaan kutakin työtä varten on merkittävä suunnitelmapiirustusten edellyttämä alue maastoon. Säilytettävik-si esitettävät puut voidaan merkitä esimerkiksi pienellä maalitap-lällä.

2.5 Pohjanvahvistustöiden merkitseminen

Pohjanvahvistustöissä noudatetaan soveltuvien osien penkereiden ja leikkausten merkitsemisessä käytettyjä menetelmiä. Koska maa-perä tällöin on yleensä heikosti kantavaa, saattaa varsinkin täh-täysmerkkien asema helposti muuttua. On varauduttava siihen, että näissä töissä joudutaan merkitä usein uusimaan. Tähtäysmerkit tulisi mahdollisuuksien mukaan asettaa kovalle maalle.

Päätypengertä tehtäessä voidaan korkeusmerkit asettaa tien pi-tuussuunnassa työkohdan eteen tai taakse. Menetelmä soveltuu käytettäväksi myös muihin pengerrystöihin.

Paalukentän merkitseminen tehdään mittaamalla kentän nurkka-pisteet, minkä jälkeen merkitään paalujen päätyrivit ja lopuksi muut paalut esimerkiksi mittanauhalla. Paalujen päiden korkeuden osoittamiseksi voidaan käyttää tasolaseria.

2.6 Kallioleikkausten merkitseminen

Leikkauksissa, joissa suunnitelmien mukaan on kalliota, saattaa todellinen kalliopinta poiketa suunnitelman mukaisesta korkeudes-ta, jolloin leikkauksen leveys muuttuu.

Kallioleikkausten merkitseminen voidaan tehdä lopullisesti vasta kallion pinnan paljastuksen jälkeen. Louhintavaiheen edellyttämät poraustyöt tulee mitata tarkkaan jotta porareikien paikka, suunta ja pituus tulevat täsmälleen oikeiksi. Huolellisella poraustyöllä voidaan alentaa louhintakustannuksia nykyisestä noin 10 %.

Kalliroleikkausta merkittäessä on tähtäysmerkkien paaluväliä tiennettävä, jotta saavutettaisiin riittävä tarkkuus ja helpotettaisiin poraajien työskentelyä. Leikkauskohdalle asetetaan tien poikkisuunnassa leikkauspinnan suuntaisia tähtäysportteja, joiden korkeus on louhintasyvyys + $n \times 0,5$ m. Portit kiinnitetään esim. poraamalla kallioon.

Kalliroleikkausten kohdalle mahdollisesti tulevat istutukset tulee ottaa huomioon jo louhintavaiheessa, jotta niille saadaan riittävän syvät istutuskuopat.

2.7

Maaleikkausten merkitseminen

Matalat leikkaukset merkitään tiealueen ulkopuolelle asetetuilla mittalinjaan nähden kohtisuorilla karkeatähtäysmerkeillä. Lähin merkki asetetaan jollekin $n \times 1$ m etäisyydelle tien mittalinjasta ja tähän merkitään kyseinen etäisyys. Ulompi tähtäysmerkki asetetaan maastosta riippuen 5-20 m päähän sisemmästä. Korkeutta osoittavat merkit kiinnitetään jollekin sopivalle $n \times 0,5$ m korkeudelle alusrakenteen yläpinnan tasosta. Korkeusmerkkeihin kirjoitetaan korkeus $ARP + n \times 0,5$ m. Leikkauspinnan korkeusasemaa voidaan täten tarkkailla $n \times 0,5$ m pituisella ajokepillä. Leikkaustyön edistyessä merkitään leikkauspinnan taitekohdat paaluilla.

Luisien tekemiseksi merkitään maastoon luisen kaltevuus ja korkeusasema. Matalissa luiskissa voidaan asettaa luiskamalli luisen tasoon. Vähintään luisen ylä- ja alareuna merkitään näkyviin. Luiskaa viimeisteltäessä luisen tasoa osoittavia luiskalautoja asetetaan $n \times 5$ m välein tien poikkisuunnassa. Ulkoluisen muotoilua varten asetetaan luiskalauta $0,5$ m korkeudelle luisen tasosta. Maaston muotoilua tehtäessä tähtäysmerkkejä voidaan asettaa 10-20 m ruutuun. Tien pituussuunnassa merkintä suoritetaan 20 m välein. Pyöristykset tehdään silmämääräisesti tai merkitään pienillä paaluilla.

Maaleikkauksissa, joissa ei ole kalliota, merkitään maanpinnan ja ulkoluisen leikkauspiste luisen kaltevuuteen asetetuilla luiskamalleilla. Tässä vaiheessa voidaan merkitä myös luisen pyöristys pienillä paaluilla.

Leikkausten pohjalle tulevat sivuojat merkitään ojalinjoille asetetuilla tähtäysmerkeillä.

Yleisin tapa syvien leikkausten merkitsemiseksi on asettaa tähtäysmerkit leikkauksen pohjalle sitä mukaa kuin työ etenee. Luiskamallien asettaminen tulee lähes poikkeuksetta kysymykseen. Luiskamallien teko on työläs tehtävä ja se edellyttää usein luiskamallin sijainnin ja korkeuden täsmällistä laskemista poikki-leikkauksen perusteella.

Syvissä leikkauksissa voi olla tarpeen työn edetessä sijoittaa luiskaan ylimääräinen luiskalauta. Luisen ja alusrakenteen taitekohtaan, kuten myös mahdollisen harjan kohdalle, sijoitetaan tähtäysmerkki.

Syvissä leikkauksissa tiealueen ulkopuolella olevat karkeatähtäysmerkit jäävät niin ylös, että leikkauspinnan tarkkailu niiden perusteella tulee hankalaksi. Tällöin tähtäysmerkit asetetaan vasta sitten, kun leikkaustyö on edistynyt niin pitkälle, että ne voidaan asettaa riittävän alas leikkausten sisäpuolelle. Mikäli leikkauksen pohjalle sijoitetuista tähtäysmerkeistä ei ole haittaa leikkaustyölle, asetetaan merkit leikkauspinnan taitekohtiin ARP + 1 m korkeudelle siten, että tähtäys voidaan tehdä taitekohtien rajoittamilla leikkauspinnan osilla joka kohdassa vakiomittaisella ajokepillä.

2.8 Penkereiden merkitseminen

Penkereitä rakennettaessa asetetaan yleensä karkeatähtäysmerkit penkereen ulkopuolelle. Penkereen pinnan lähestyessä lopullista muotoaan asetetaan tähtäysmerkit sekä luiskamallit penkereelle. Mikäli penkereen ydin tehdään eri materiaalista kuin luiskat, riittää yleensä ydinpenkereen merkitsemiseksi penkereen ylä- ja alanurkan osoittaminen tähtäysmerkillä tai luiskalaudalla. Luiskalaudat asetetaan lopullisen pinnan mukaan.

Tähtäysmerkit asetetaan siten, että alusrakenteen yläpintaa tehtäessä voidaan käyttää yhtä vakio pituista ajokeppiä silloin, kun tie on yhteen suuntaan kalteva. Kun tiessä on harja, voidaan ajokeppiin kiinnittää kaksi korkeusmerkkiä, joista toinen on tarkoitettu käytettäväksi harjan kohdalla ja toinen ajoradan reunalla. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää ristilappuja.

2.9 Kuivatuslaitteiden merkitseminen

Rumpujen ja sadevesijohtojen merkitseminen tapahtuu yleensä tähtäysmerkkien tai -porttien avulla.

Rummut merkitään kahdella kaivantoa vastaan kohtisuoralla tähtäysportilla, joista myös rummun pään sijainti voidaan mitata.

Sadevesijohto- ym. kaivantojen keskilinja ja kulmapisteet merkitään paaluilla. Kaivantojen korkeudet merkitään kaivantoa vastaan kohtisuoraan asetettavilla tähtäysporteilla 15 - 30 m välein. Porttien väliin voidaan pingottaa putkilinjan keskikohtaa osoittava lanka.

Sadevesikaivojen paikat on vaativissa rakennuskohteissa määritetty suunnitelmassa koordinaatein ja ne mitataan paikalleen sädemittauksella.

Sadevesijohtojen ja rumpujen tehokkain merkitsemistapa on suuntauslaserin käyttö. Lasersäde suunnataan putken sisälle.

Ennen kaivutöiden aloittamista merkitään ojat ja johtolinjat paaluilla suunnitelmien mukaisesti maastoon. Vaativissa työkohteissa mittaukset tehdään monikulmiopisteiltä, muulloin mittalinjalta.

Kaivantojen keskilinja merkitään paaluin. Kulmapisteet tai muut linjan uudelleen merkitsemistä varten tarpeelliset pisteet varustetaan työalueen ulkopuolelle sijoitetuilla sidontapaaluilla. Tällöin alkuperäinen merkintä voidaan helposti uusida. Kaivantojen korkeu-

det merkitään kaivantoa vastaan kohtisuorilla tähtäysporteilla, joita asetetaan ainakin sadevesi- ja salaojakaivojen kohdalle sekä kohtiin, joissa kaivannon suunta tai pohjan kaltevuus muuttuu. Ne asetetaan jollekin sopivalle $n \times 0,5$ m korkeudelle kaivussyvyyden yläpuolelle. Usein on edullista sijoittaa tähtäysmerkki työn edistyessä valmiiseen ojaan.

2.10

Päällysrakennekerrosten merkitseminen

Päällysrakenteen tekemistä varten asetetaan yleensä ristilaput $0,5$ m pientareen reunasta luiskin puolelle. Korkeusmerkit asetetaan tien lopullisen pinnan mukaan jolloin rakennekerroksia tehtäessä käytetään sopivan mittaisia ajokeppejä. Päällysrakenteen tekovaiheessa joudutaan tähtäysmerkit tarkistamaan usein, koska ne eivät tahdo pysyä työn aikana paikallaan.

Tähtäysmerkit asetetaan yleensä 20 m välein, mutta esim. pientäisissä kaarteissa on tarpeen käyttää 10 m paaluväliä. Tähtäysmerkkejä tarvitaan yleensä kolme kappaletta, kun kysymyksessä on yksipuolinen sivukaltevuus. Vastaavasti kaksipuolisessa sivukaltevuudessa käytetään kuutta tähtäysmerkkiä. Yksi "ylimääräinen" tähtäysmerkki mahdollistaa merkkien korkeusasemassa mahdollisesti tapahtuvien muutosten havaitsemisen sekä estää korkeuden häviämisen, mikäli yksi merkki jostain syystä tuhoutuu.

Tähtäysmerkit sijoitetaan kohtisuoraan tien mittalinjaan nähdessä, että sisemmät merkit asetetaan yleensä päällysrakenteen alapinnan leveyden mukaan ja ulommat näistä $n. 4-5$ m etäisyydelle. Kunkin kerroksen yläpinnan leveyttä voidaan tarkkailla mittamalla sisemmistä tähtäysmerkeistä. Korkeudet merkitään joko $1,0$ tai $0,5$ m korkeudelle tienpinnan yläpuolelle. Jos kerrosten kokonaispaksuus on yli $0,7$ m käytetään yleensä $0,5$ m ajoa, koska alempia kerroksia tehtäessä tähtäys voi muuten olla hankalaa.

2.11

Päällysteen merkitseminen

Päällystystyötä varten voidaan päällysteen reuna merkitä paaluilla 10 tai 20 m välein. Merkkipaalut yhdistetään usein linjalangalla. Yleensä merkitään ainoastaan toinen reuna, jolloin päällystystyön suorittava urakoitsija vastaa päällysteen leveyden mittauksesta.

2.12

Liittymien sekä varusteiden ja laitteiden merkitseminen

Vaativissa rakennuskohteissa, etenkin taajamaympäristössä, vaativat muut kuin varsinaiseen maanrakennustyöhön liittyvät mittaukset usein puolet kaikista mittaustehtävistä.

Eritasoliittymien, kuten myös muiden vaativien kohteiden paikalleenmittauksessa on järkevintä käyttää säteittäistä mittaustapaa vapaalta kojeasemalta. Tällöin voidaan vähintään kahden tunnetun pisteen avulla määrittää maastosta valitun kojeaseman koordinaatit. Merkitseminen tapahtuu tämän jälkeen syöttämällä lasketut liittymäpisteet mittaauksikojeeseen, joka laskee paalutusmitat. Tehokas työskentely edellyttää elektronista takymetriä, jossa on 2-suuntaisella tiedonsiirrolla varustettu maastotallennin ja laskentayksikkö. Tällöin ei paalutettavia pisteitä tarvitse syöttää käsin, vaan piste voidaan kutsua käsiteltäväksi tunnuksensa avulla.

Jos liittymäpisteille ei ole laskettu koordinaatteja, voidaan ne helposti määrittää suoraan kuvasta digitointilaitteen avulla. Samalla tavalla voidaan muuntaa koordinaateiksi myös valaisin- ja liikennevalopylväiden sekä liikennemerkkien sijainti.

Liittymien reunakivilinjat ja reunaviivat voidaan merkitä siten, että merkitään ko. linjan paikka 2 m välein, minkä jälkeen lopullinen geometria määritetään jäykähkön narun avulla. Narun päälle suihkutetaan spraymaalia, jolloin asfalttiin tulee viiva, jonka mukaan reunakivet tai -viivat saadaan täsmälleen haluttuun paikkaan. Muut viivat, kuten kaista- ja sulkuviivat, mitataan paikoilleen kohtisuoraan mittalinjalta 20 m välein ja merkitään päällysteeseen maalimerkillä. Sellaisissa paikoissa, joissa ajoratamerkin-
töjen kulutus on suurta, voidaan tehdä pysyvät merkit asfalttiporan ja kestoperäntäaineen avulla.

Kaidelinja tasataan yleensä tien reunan korkeuden mukaan. Joskus voi tasaukseen tulla häiritseviä taitteita. Tällöin voidaan tien reunan korkeutta kuvaava viiva piirtää millimetripaperille ja tämän jälkeen suunnitella kaiteen tasaus käyräviivaimella.

Suunnitelmissa esittävät istutukset mitataan paikoilleen sellaisella tarkkuudella kuin suunnitelman perusteella on mahdollista.

2.13 Määrälaskentamittaukset

Määrälaskentaa palvelevia mittauksia tehdään tarvittaessa leikkaus- ja pengerrystöiden yhteydessä. Mittaukset voidaan tehdä poikkileikkauksittain, jolloin paaluväliksi riittää 20 m penkereiden ja maaleikkausten kohdalla. Kalliomassojen arvioimiseksi on poikkileikkauksen väliä tihennettävä esimerkiksi 5 metriin, tarvittaessa tätäkin pienemmäksi. Kallion pinnan määrittämiseksi on myös mahdollista soveltaa hajapiste- tai ruutumentelmää sekä takymetrimittauksia. Tällöin muodostetaan kalliopinnasta numeerinen korkeusmalli.

2.14 Siltojen mittaus

Siltamittauksille ovat ominaisia tiukat tarkkuusvaatimukset, mitausten suuri määrä sekä eri rakenneosien välinen suuri korkeusero.

Suunnitteluvaiheessa tehty runkopisteistö ei yleensä ole riittävä lähtökohta. Täten on hyvissä ajoin ennen siltatyön alkua runkopisteet tarkistettava sekä rakennettava tarvittavat lisä- ja apupisteet. Korkeuskiintopisteitä tulee olla sillan kummankin päään läheisyydessä.

Siltamittaukset voidaan karkeasti jakaa kolmeen osaan:

- perus- ja tukirakenteiden merkitseminen
- kansirakenteiden merkitseminen
- tarkistusmittaukset.

Siltojen mittauksesta on erilliset ohjeet, joten asiaa ei käsitellä tässä yhteydessä tarkemmin.

3. MERKITSEMISTAVAN VALINTA

Ennen rakennustyön alkua tulee suunnitella, mitä menetelmiä kyseisessä työssä tullaan käyttämään sekä ottamaan huomioon koneiden kuljettajien tarpeet, jotta tähtäysmerkkien käyttö olisi mahdollisimman tarkoituksenmukaista. Kuvassa 2 on valintataulukko, joka helpottaa työmaamittausten suunnittelua.

		PAALU TAI RIMA	LUISKALAUTA	LUISKAMALLI MAAN - PINNALLA	TÄHTÄYS - MERKKI	RISTI - LAPUT	KARKEA - TÄHTÄYS - MERKKI	TÄHTÄYS - PORTIT
LEIKKAUSLUISKAN YLAKULMA				⊗				
OJAN POHJA					⊗			
PENGERLUISKAN ALAKULMA		×		⊗				
PENKEREEN (ALUSRAKENTEEN) YLAKULMA			×		⊗		⊗	
RAKENNEKERROSTEN PINTA					×	⊗		
PIENTAREEN KULMA					⊗			
PAALLYSRAKENTEEN REUNA		⊗			×			
LUISKAN PINTA			⊗					
AJORAIDAN PINTA KESKIVIIVAN KOHDALLA					×	⊗		
KAIVANNOT, RUMMUT, SADEVESIJOHDOT					×			⊗
KALLIOLEIKKAUS								⊗



SUOSITELLAAN



SOVELTUU KÄYTTÖÖN

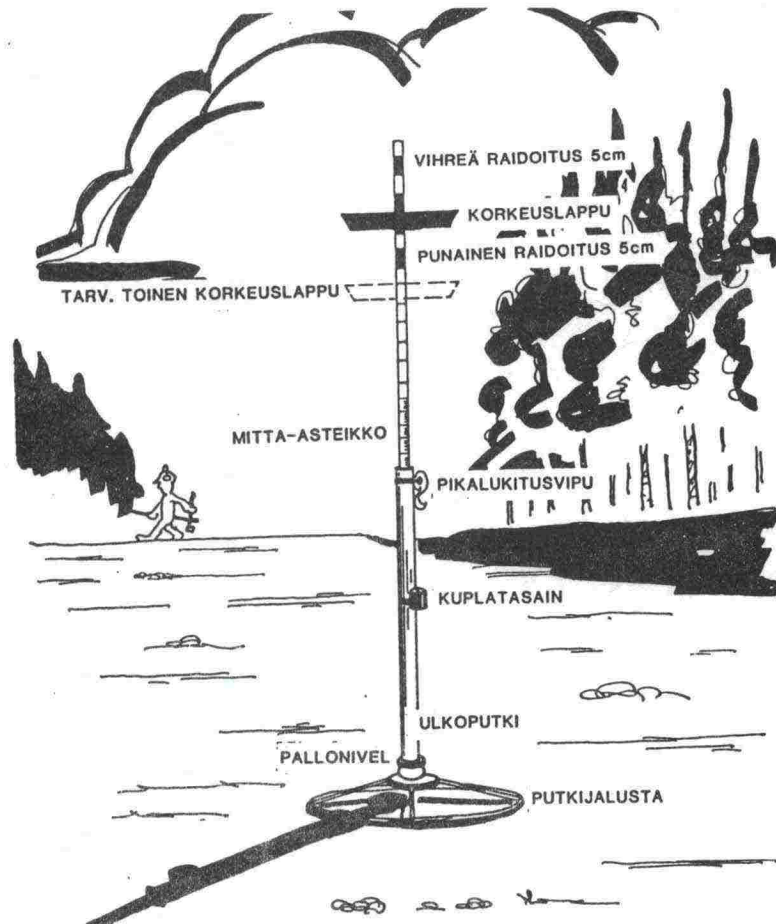
Kuva 2. Merkitsemistavan valinta.

4. MERKITSEMISTÖITÄ VÄHENTÄVIÄ MENETELMIÄ JA VÄLINEITÄ

Tässä kappaleessa käsitellään muutamia menetelmiä mittaustöihin liittyvien välineiden kehittämiseksi sekä esitellään joitakin jo käytössä olevia laitteita rakennuskoneissa.

Ajokepin kehittäminen

Tavallisen ajokepin käyttö on yleensä jonkin verran hankalaa, jos tähtäys joudutaan tekemään kahden korkeusmerkin välissä. Tämä edellyttää yleensä, että käydään kurkistamassa tähtäysmerkin takaa ajokepin korkeutta. Tekniikkaa voidaan kehittää rakentamalla ajokeppi, jossa sovelletaan kulmaprismaperiaatetta siten, että prismojen avulla voidaan lukea kahden korkeusmerkin määrittämä taso niiden välistä.



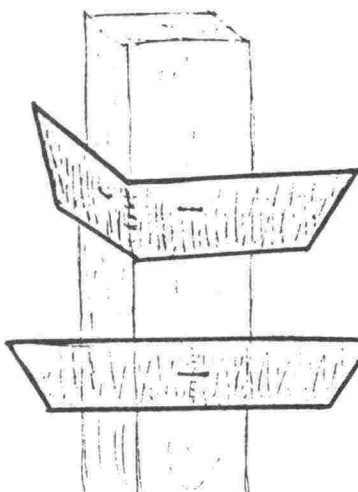
Kuva 3. Ajokeppi

Tähtäysmerkkien pystytys

Paalujen ja tähtäysmerkkien pystytykseen voidaan käyttää au-rausviittojen pystytyslaitetta. Tekniikka soveltuu etenkin valmiin penkereen päälle sekä kovaan pientareeseen pystytettäviin merkkeihin. Muita mahdollisia välineitä ovat kevyet polttomoottori-käyttöiset iskuporakoneet.

Korkeusmerkin kehittäminen

Korkeusmerkin keskelle tehtävällä uralla voidaan helpottaa tähtäystä eri suunnista. Tällöin merkki voidaan helposti taittaa kuvan mukaisesti ja niitata paalun tai riman kahdelle eri sivulle.



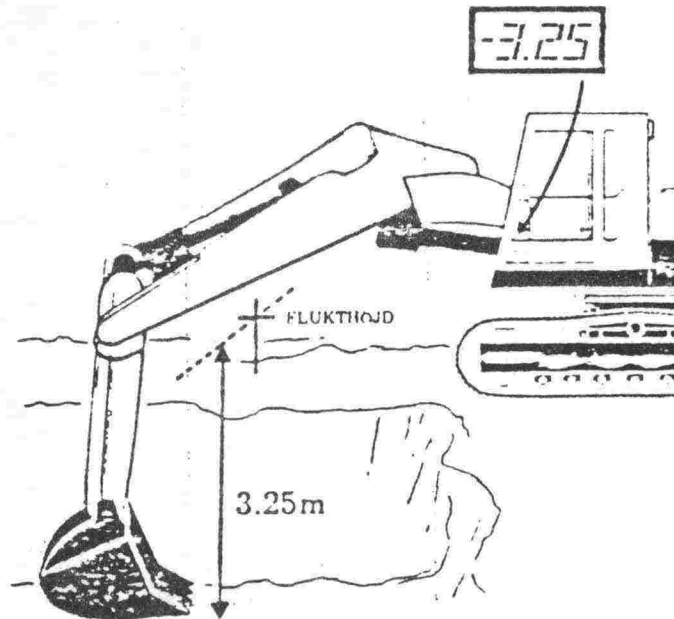
Kuva 4. Taitettava tähtäysmerkki.

Rakennuskoneisiin asetettavat laitteet

Koneiden apumiesten palkkakustannukset noin 20 milj. markkaa vuodessa. Näiden kustannusten vähentämiseksi ja rakennustyön tarkkuuden parantamiseksi on Ruotsissa kehitetty rakennuskoneisiin asennettavia laitteita, joilla kuljettaja voi suoraan tarkistaa rakenteilla olevan pinnan tason tai kaltevuuden.

Levelator

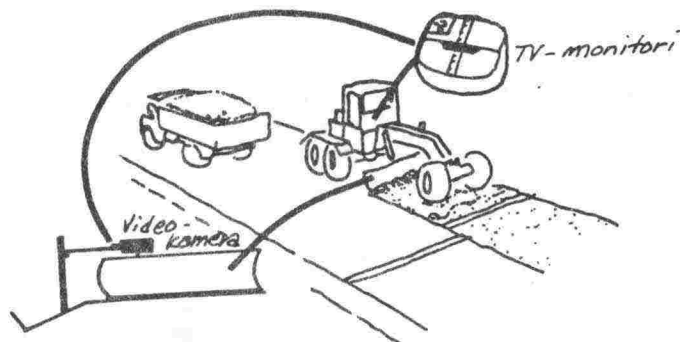
Pisimmälle kehitetty ja eniten käytetty järjestelmä on tuote nimeltään Levelator, jota käytetään kaivinkoneissa. Laite perustuu nesteletkuun ja siihen liittyvään elektroniseen anturiin ja näyttölaitteeseen. Kauha voidaan asettaa tähtäysmerkin päälle ja näyttölaitteen lukemat voidaan nollata tähän tasoon. Tämän jälkeen kauhaa liikuteltaessa näyttää näyttölaite joka hetki kauhan korkeuden vertailutasoon nähden. Järjestelmällä on monipuolista käyttöä erilaisissa rakennustehtävissä ja se säästää nopeasti kustannuksensa vähentyneenä mittaustarpeena ja tarkempana työnä. Laitteen kustannukset ovat tällä hetkellä noin 20 000 markkaa. Laitteita on Ruotsissa käytössä noin 200 kpl ja sen käyttö on nopeasti yleistymässä.



Kuva 5. Levelator kaivinkoneessa.

Videokamera tiehöylän terässä

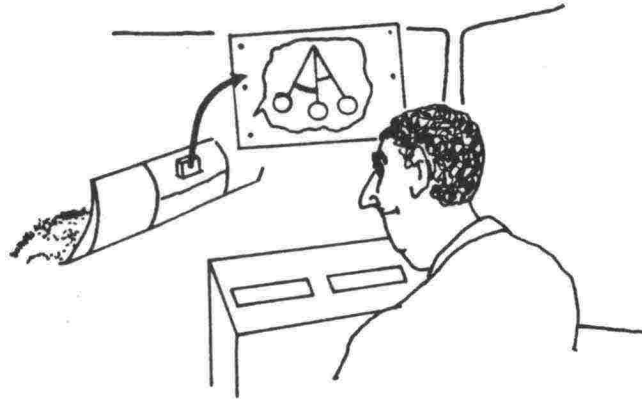
Ruotsissa on prototyyppiasteella käytössä tiehöylään liitetty videokamera. Kamera on kiinnitetty höylän terään ja näyttömonitori on kuljettajan hytissä. Laitteeseen liittyy tiehöylän terän automaattinen kaltevuuden asetustekniikka. Kaltevuus voidaan asettaa halutuksi, minkä jälkeen se pysyy tässä kaltevuudessa automaattisesti. Laitteen käyttö perustuu siihen, että tiehöylän ohittaessa hitaasti tähtäysmerkin nähdään monitorista, kuinka lähellä terä on suunniteltua pintaa. Käytäntö on osoittanut, että laitteisto helpottaa työtä ja takaa aikaisempaa huomattavasti tasaisemman rakennepinnan. Laitteisto on kokeiluasteella ja sen hinta on noin 65 000 markkaa. Tekniikkaa kehitetään ja laite tulee varmasti aikanaan laajempaan käyttöön.



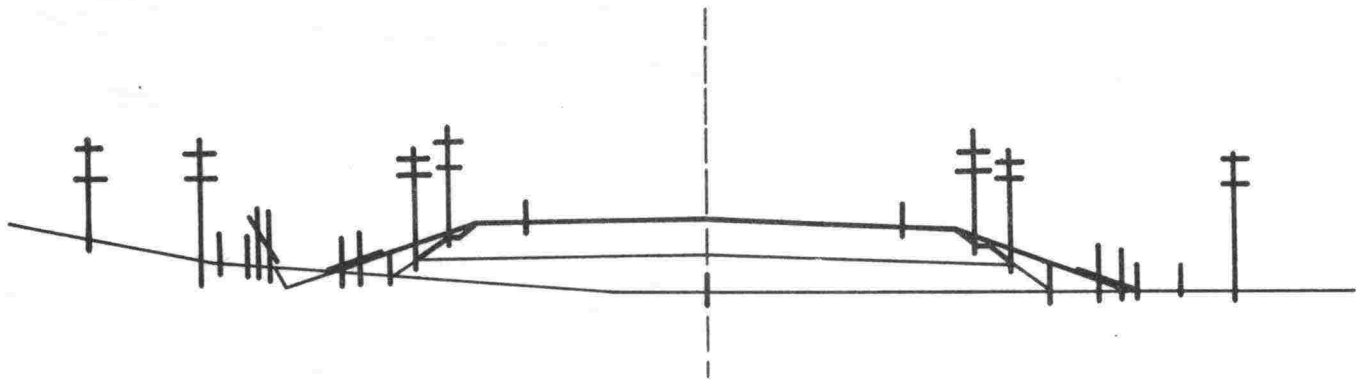
Kuva 6. Videokameran käyttö tiehöylän terässä.

Tiehöylän kaltevuusmittari

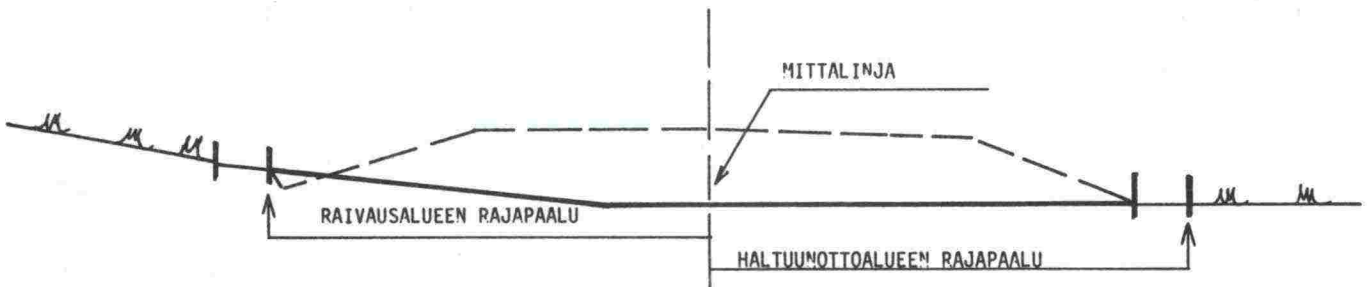
Tiehöyliin on myös saatavissa mekaanisesti toimiva yksinkertainen kaltevuusmittari, joka helpottaa kuljettajaa pitämään tiehöylän terän oikeassa kaltevuudessa.



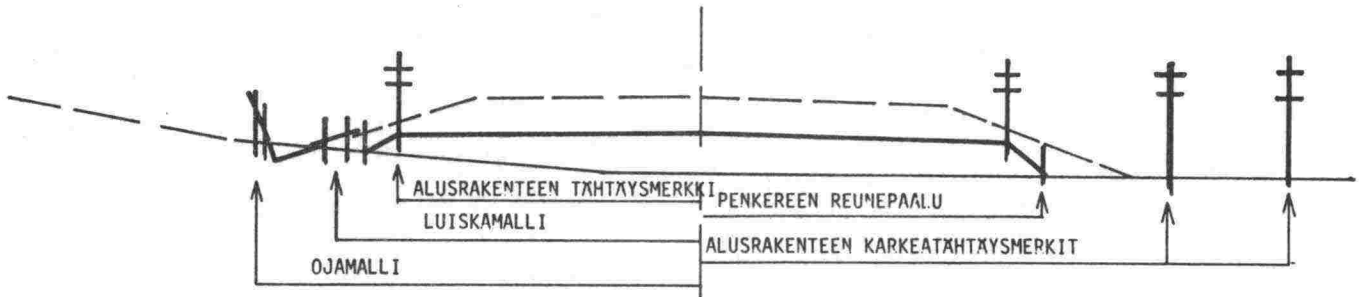
Kuva 7. Tiehöylän kaltevuusmittari.



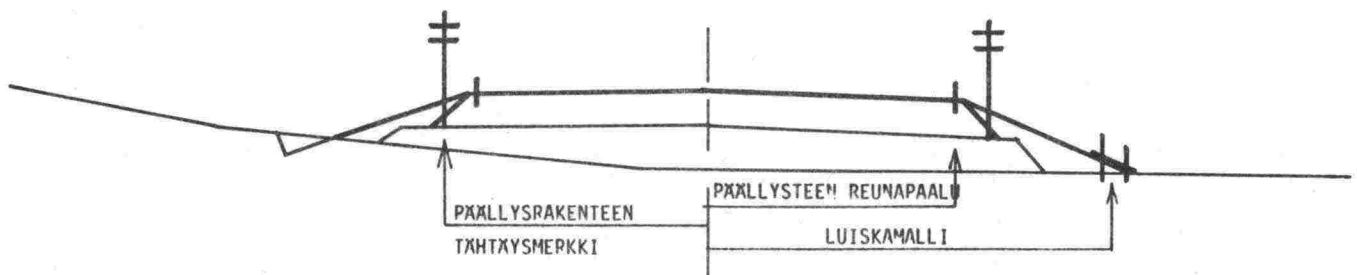
RAIVAUS



ALUSRAKENNE

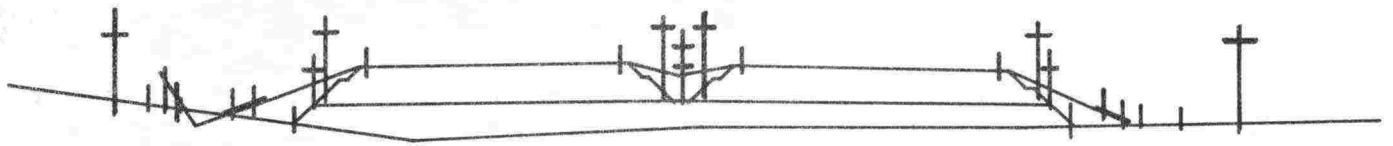


PÄÄLLYSRAKENNE

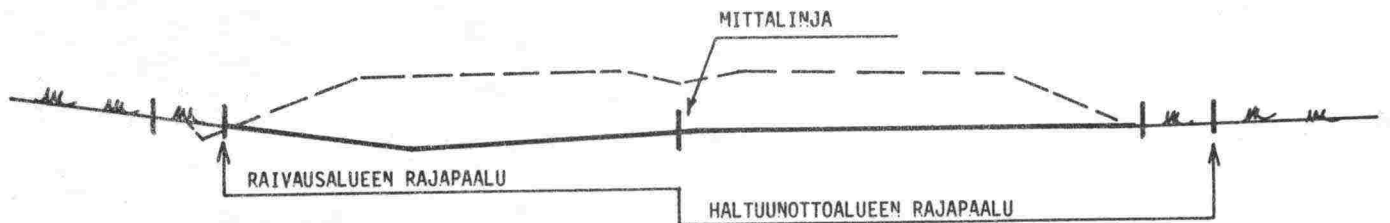


MATALA PENGERR

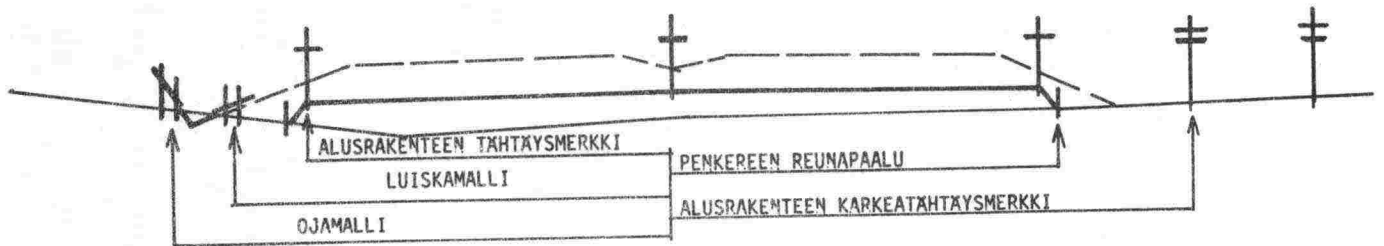
LIITE 1/2



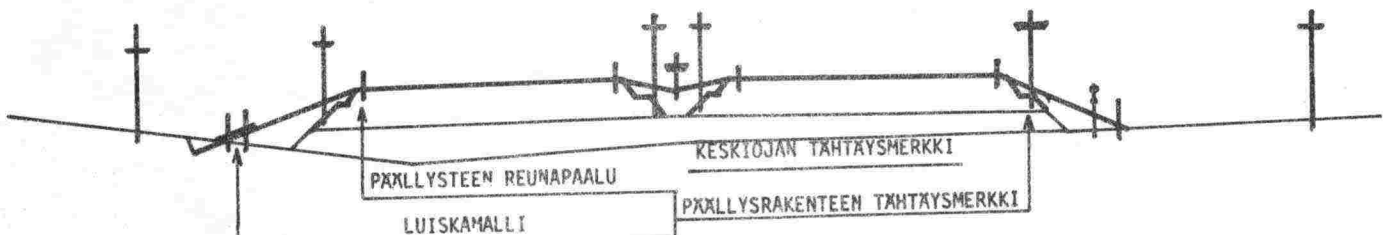
RAIVAUS

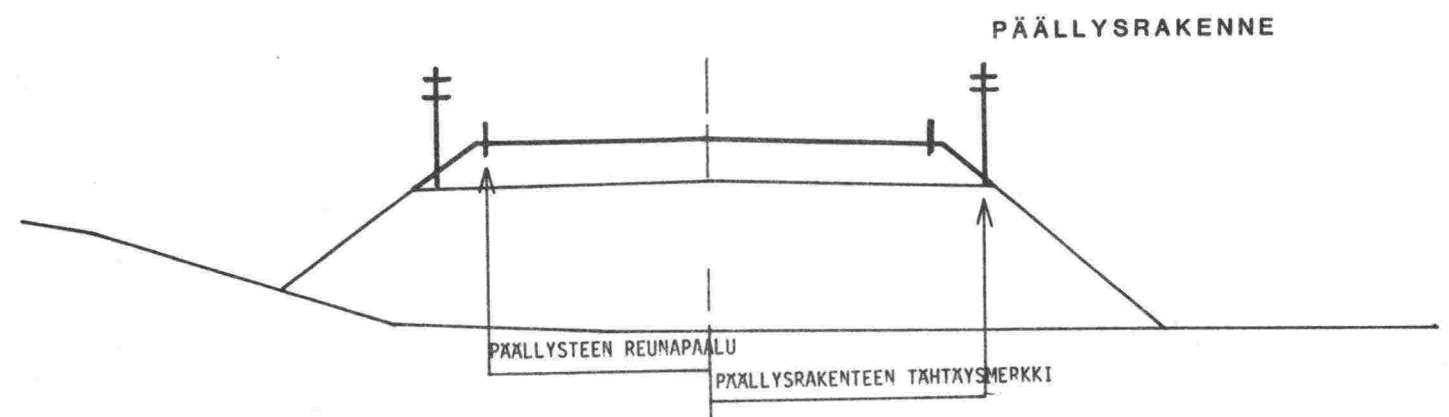
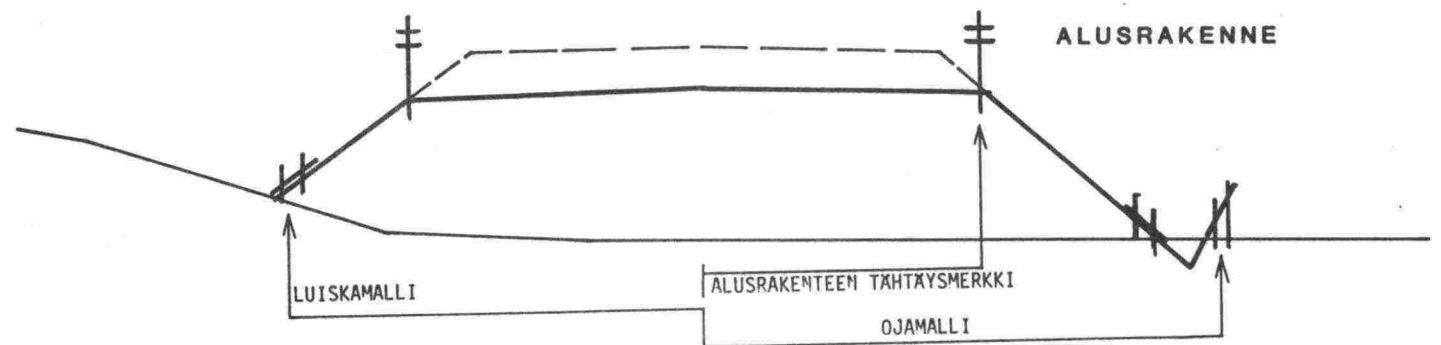
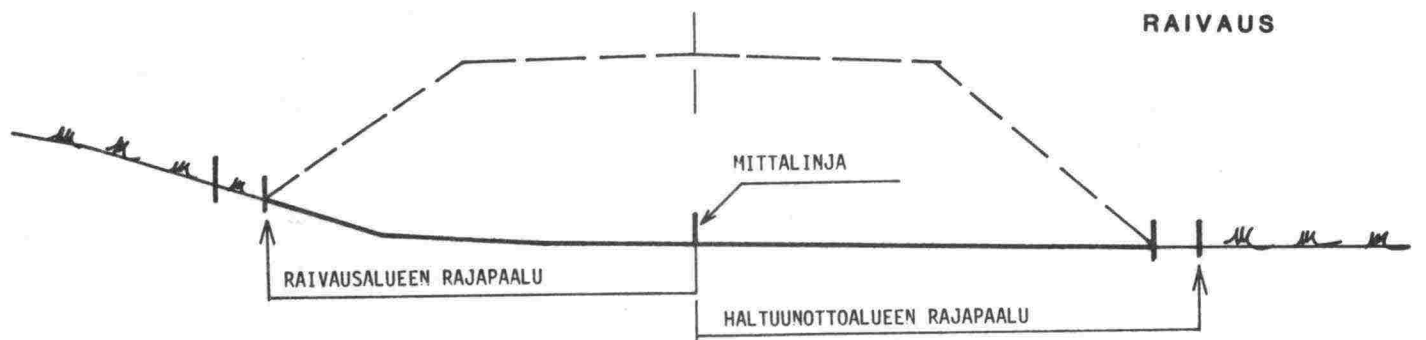
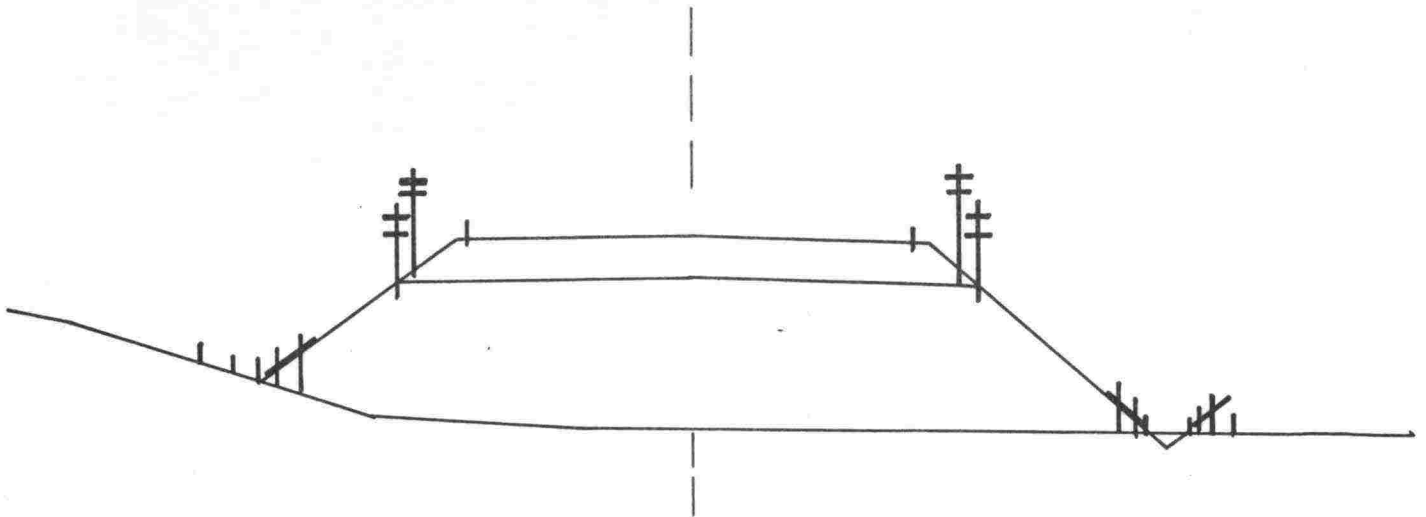


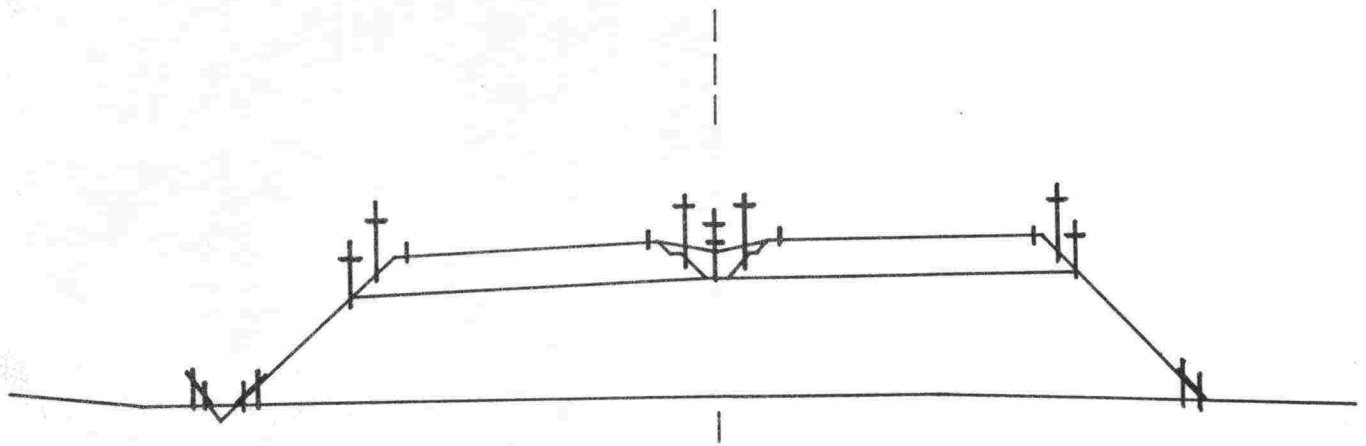
ALUSRAKENNE



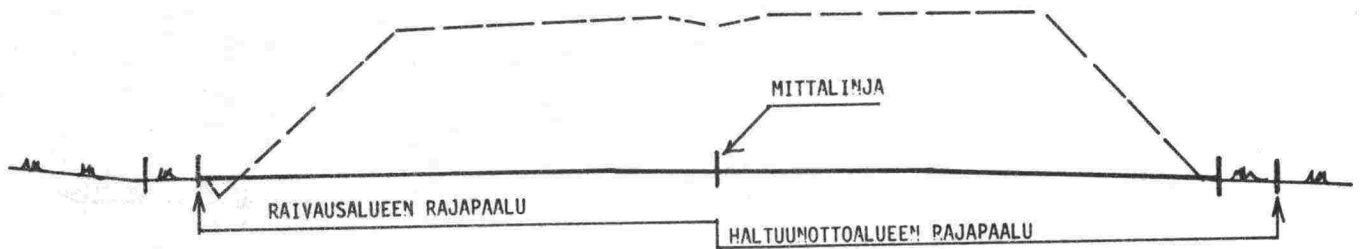
PÄÄLLYSRAKENNE



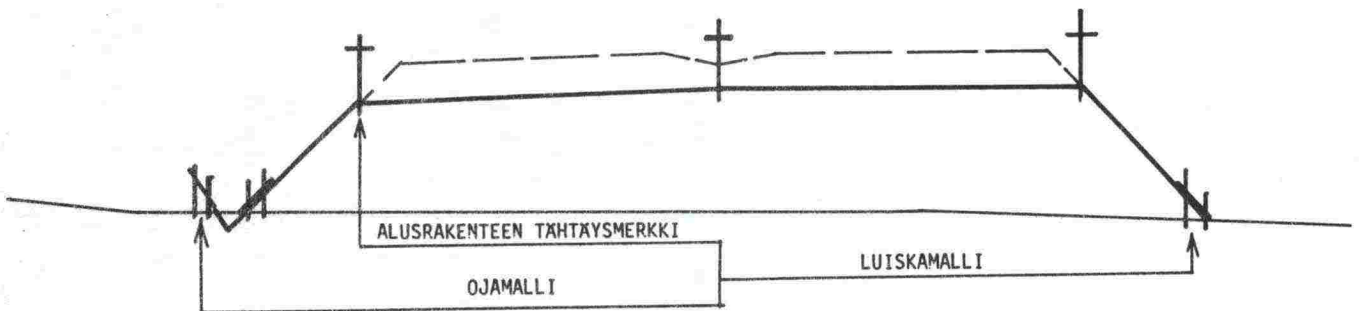




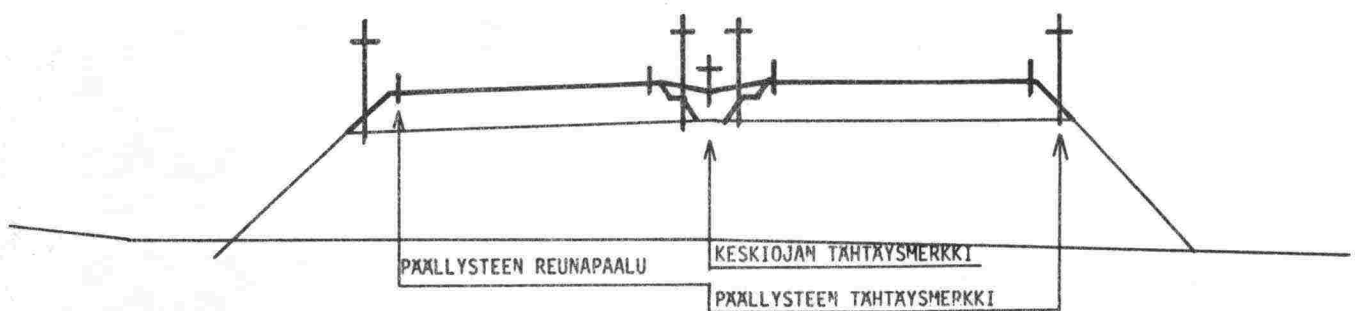
RAIVAUS

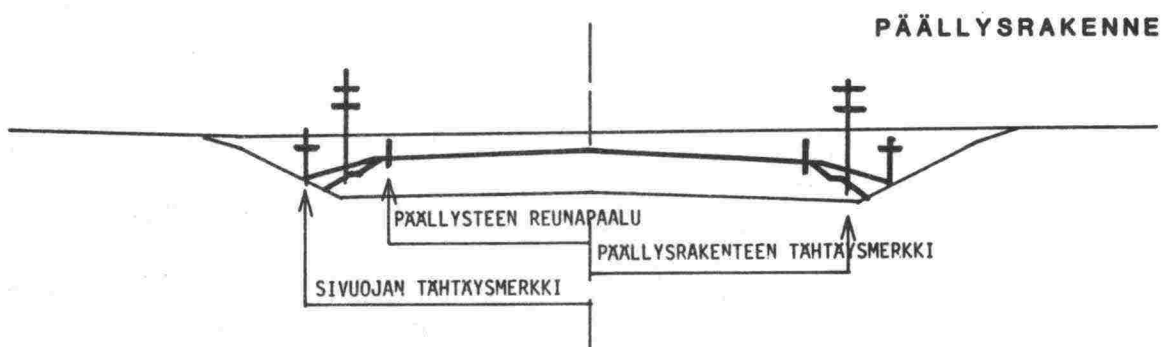
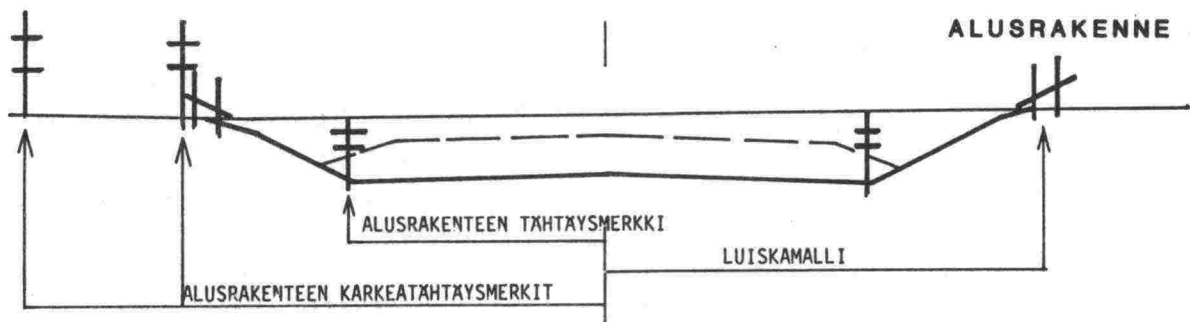
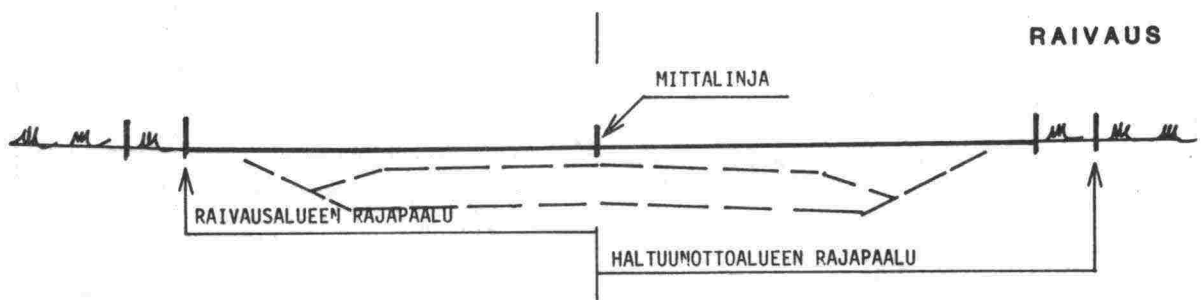
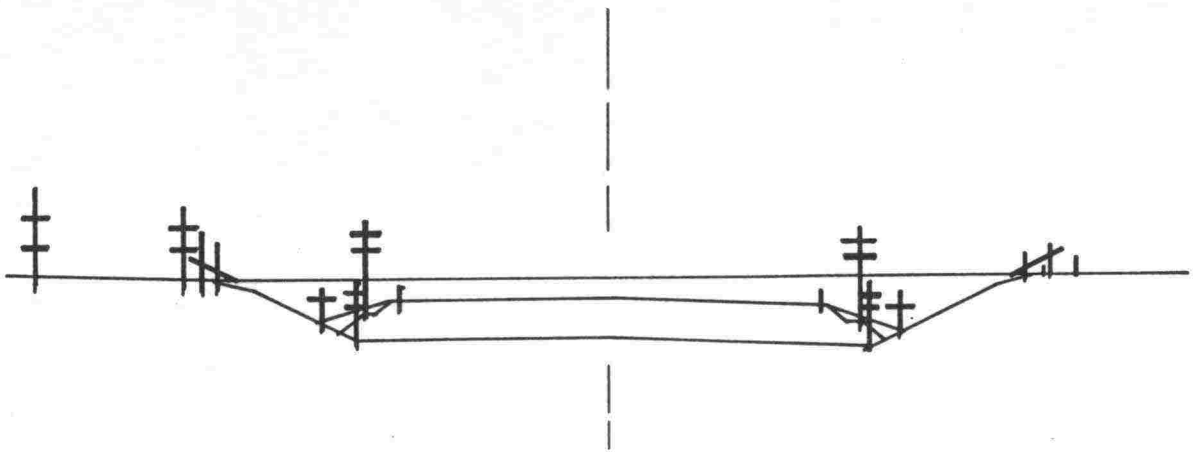


ALUSRAKENNE



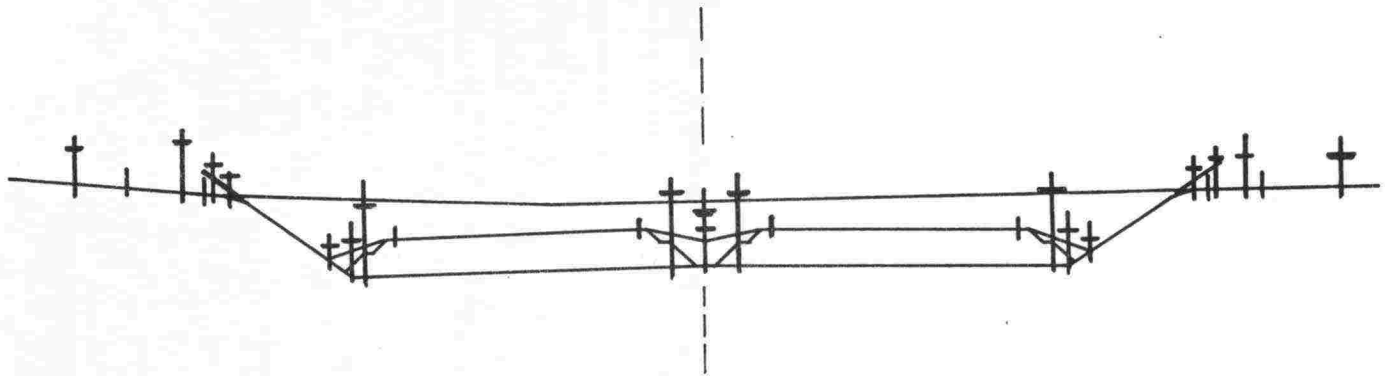
PÄÄLLYSRAKENNE



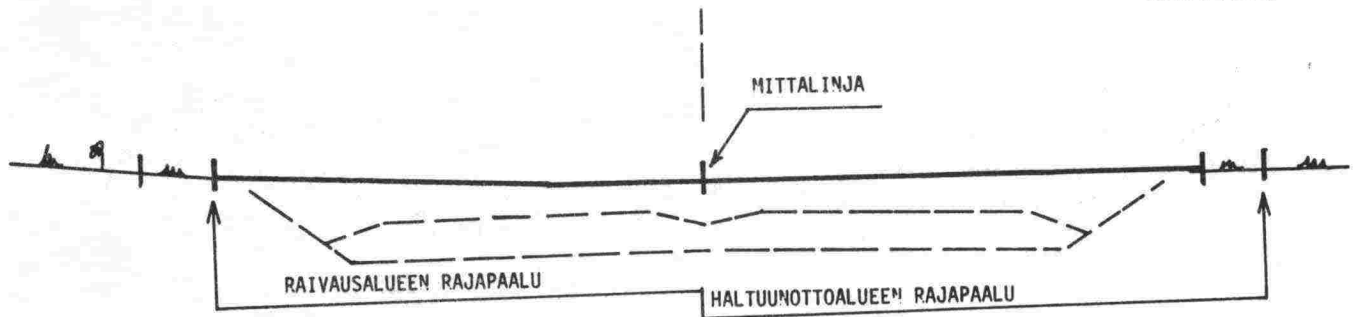


MATALA LEIKKAUS

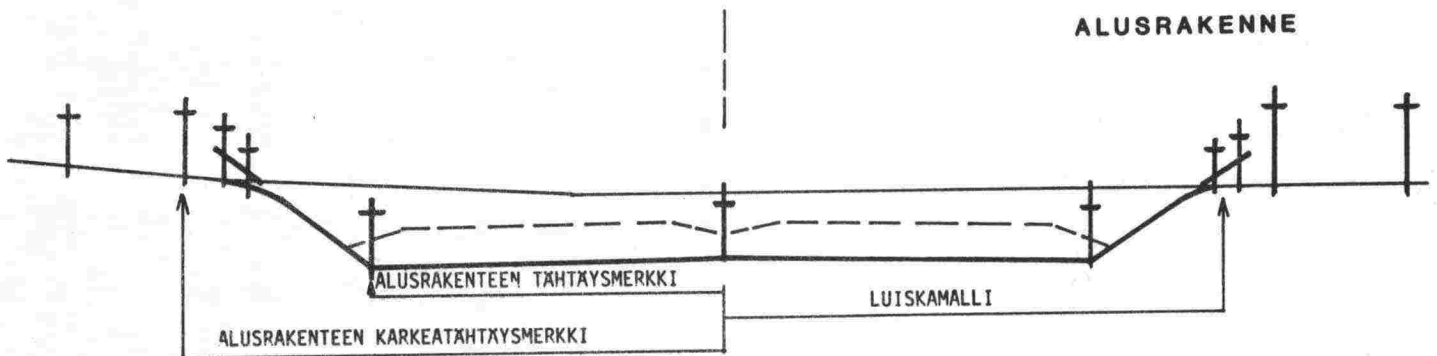
LIITE 1/6



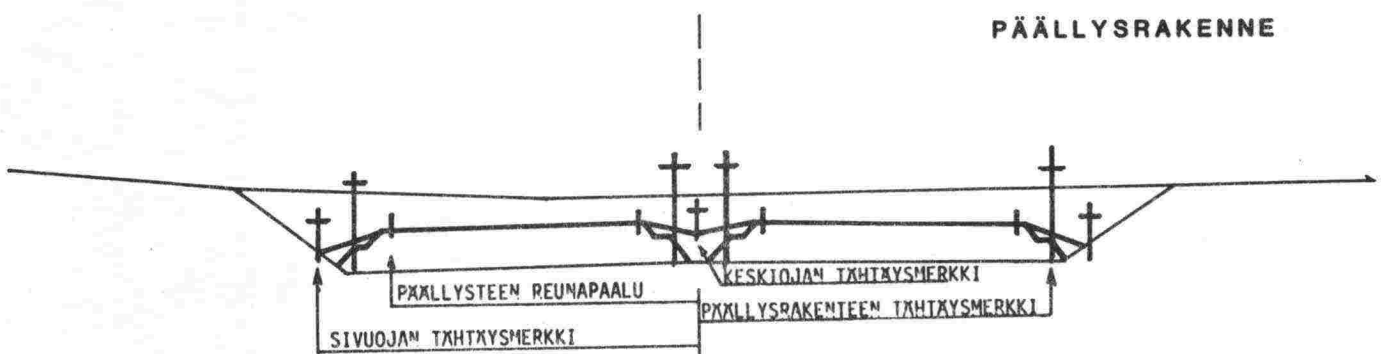
RAIVAUS



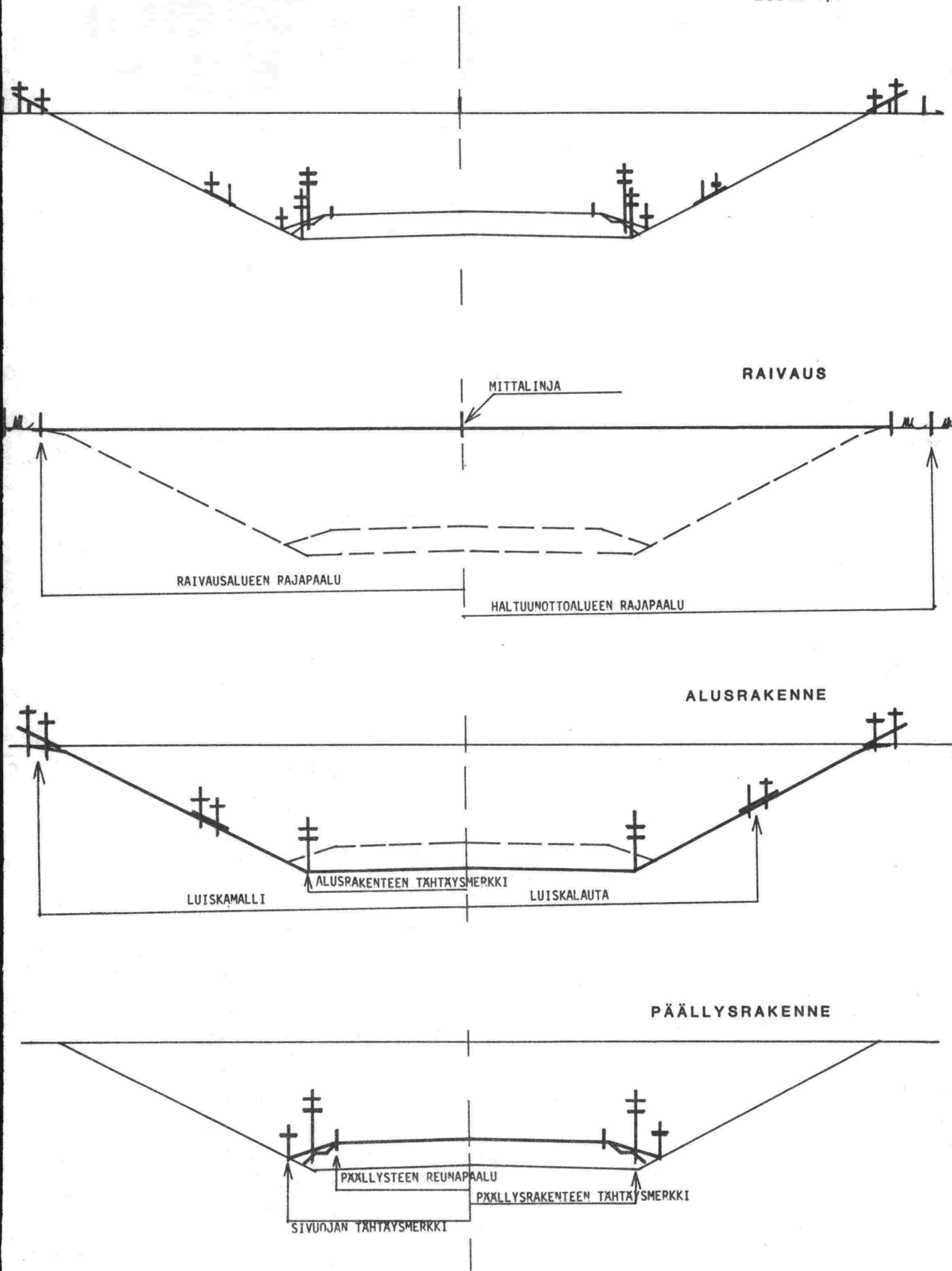
ALUSRAKENNE



PÄÄLLYSRAKENNE

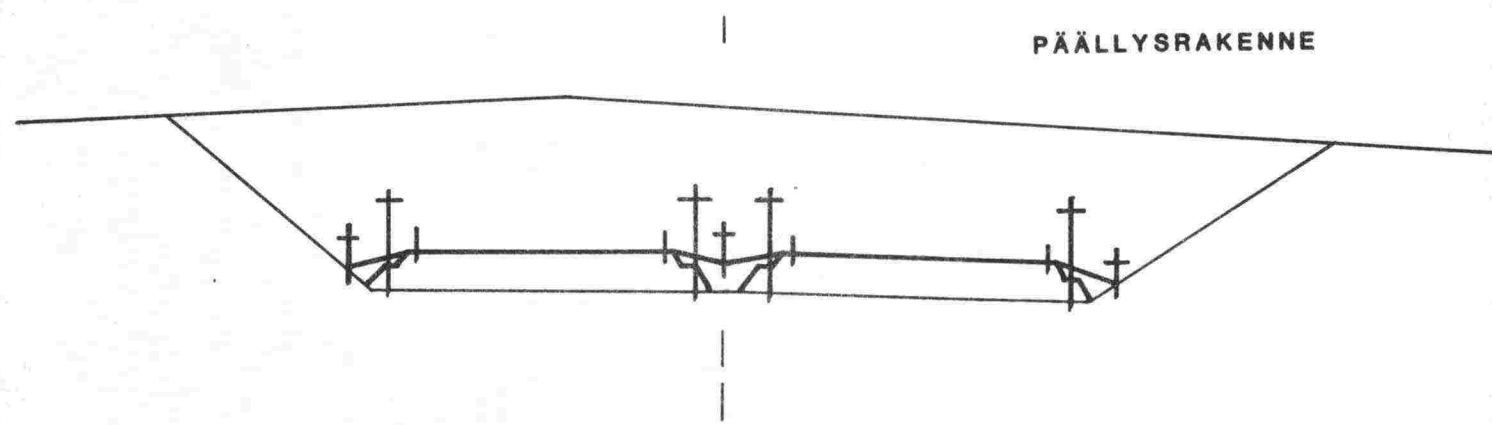
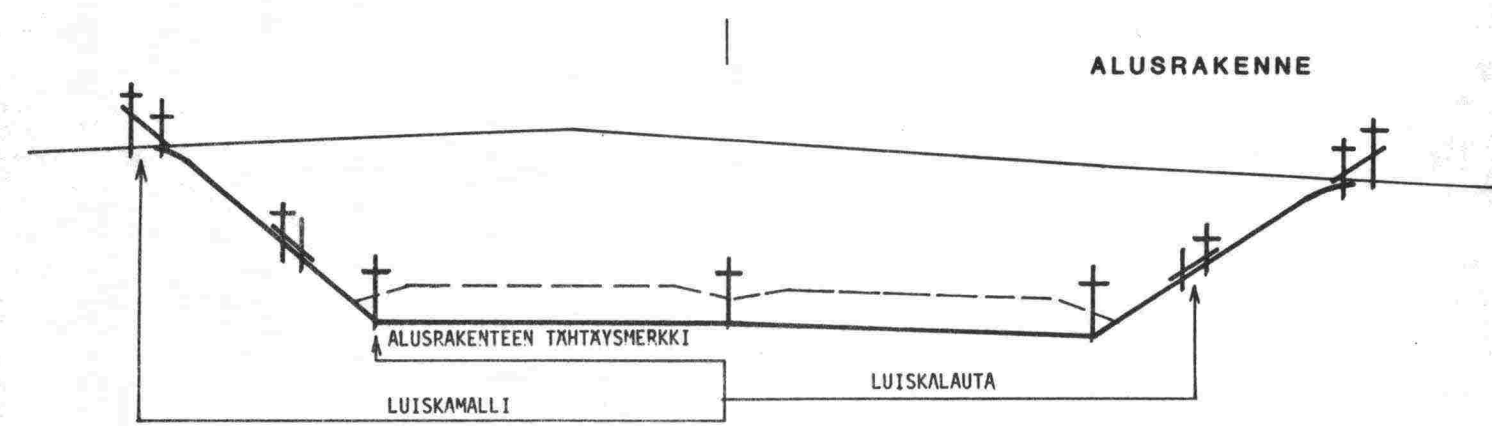
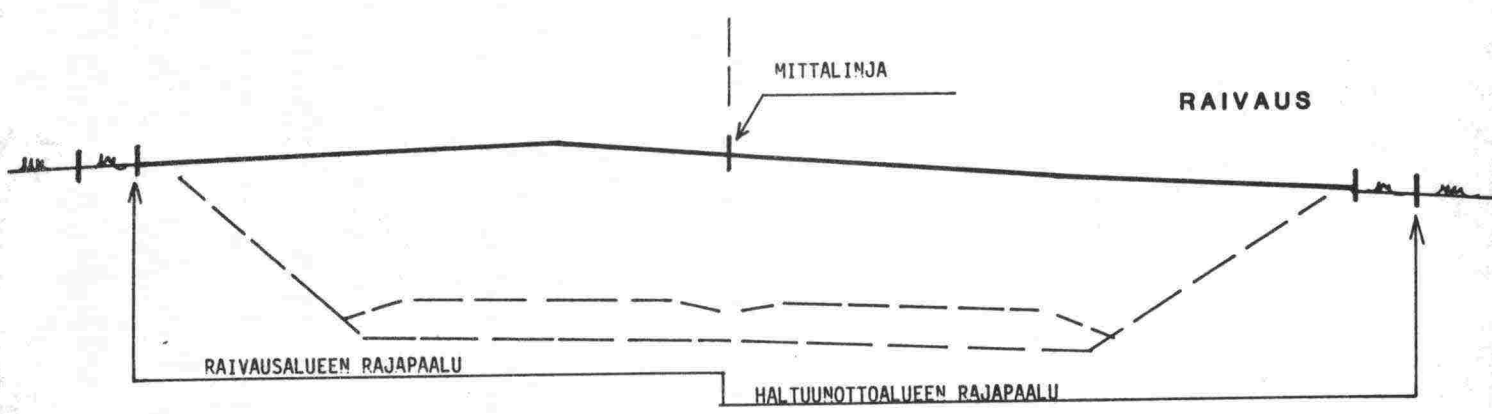
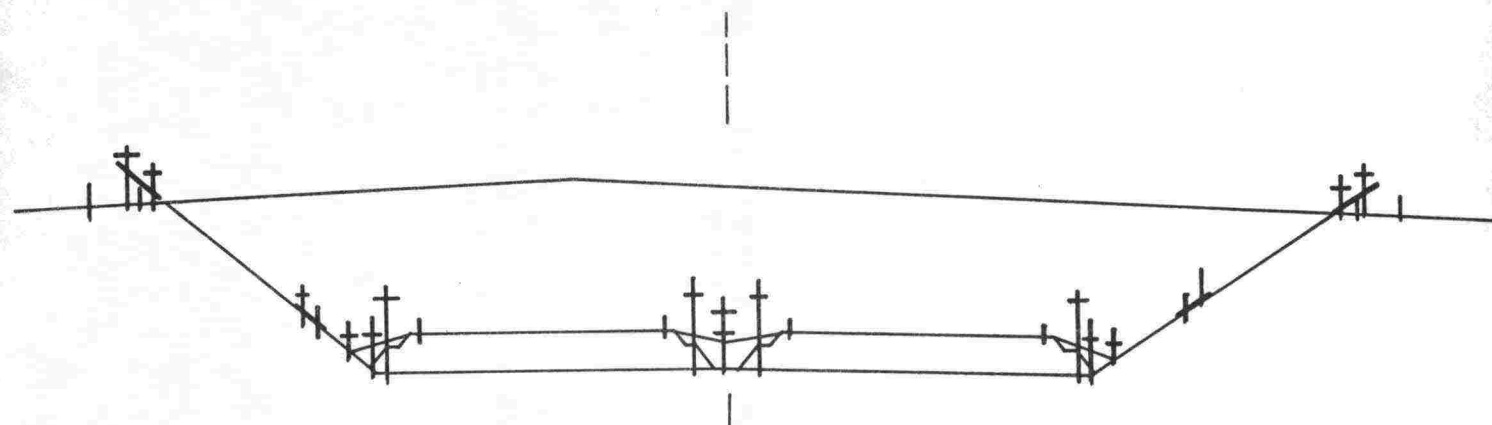


LIITE 1/7



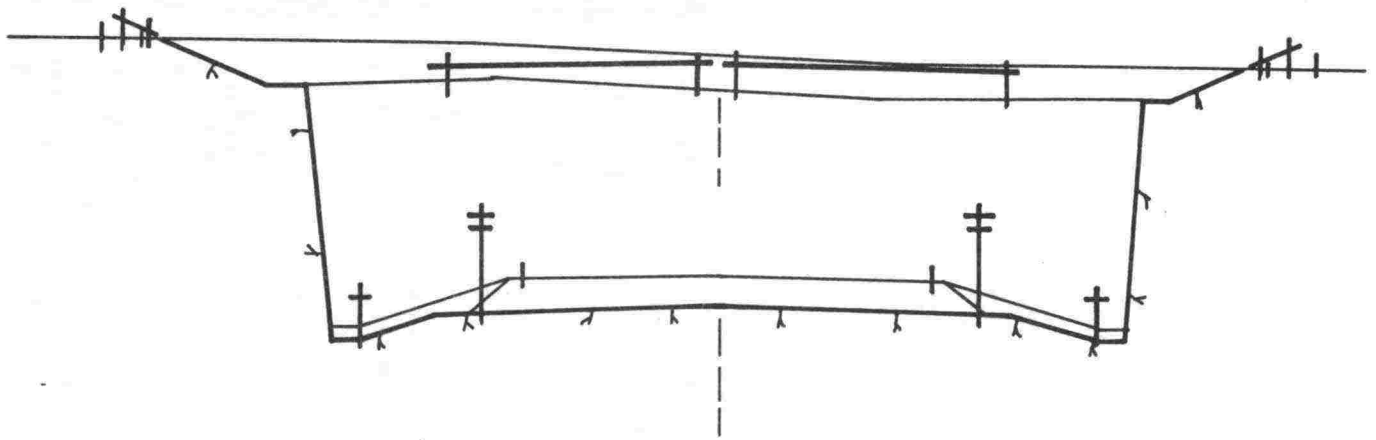
SYVÄ LEIKKAUS

LIITE 1/8



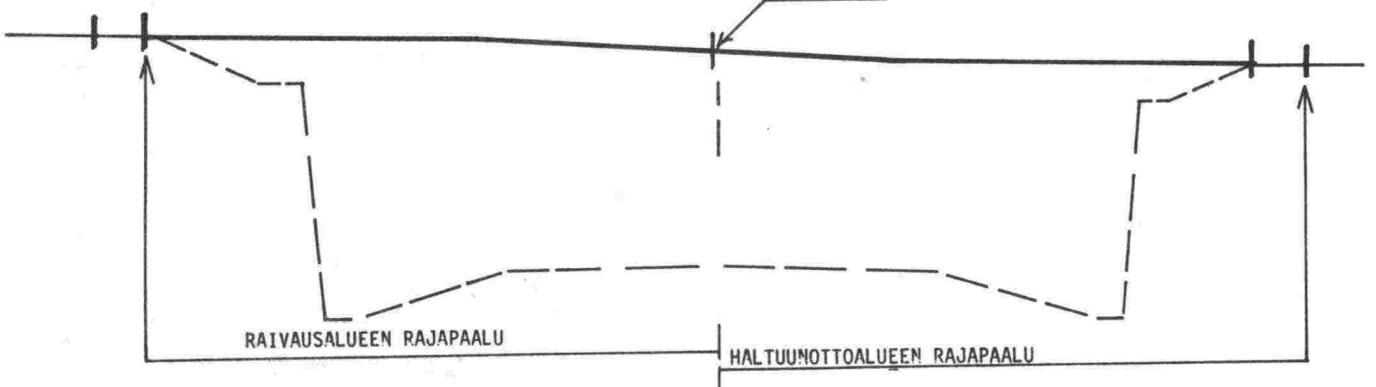
KALLIOLEIKKAUS

LIITE 1/9

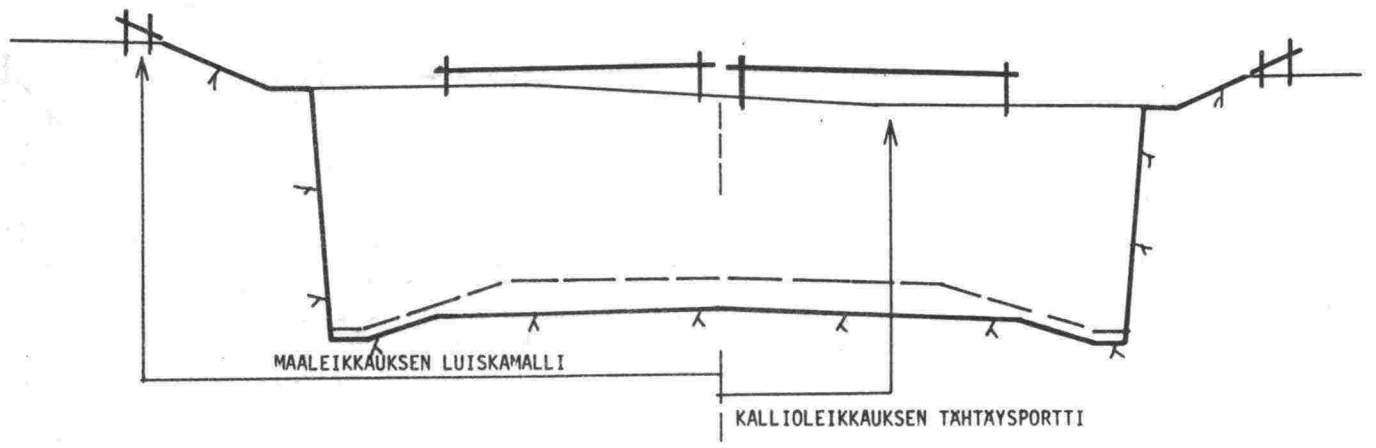


MITTALINJA

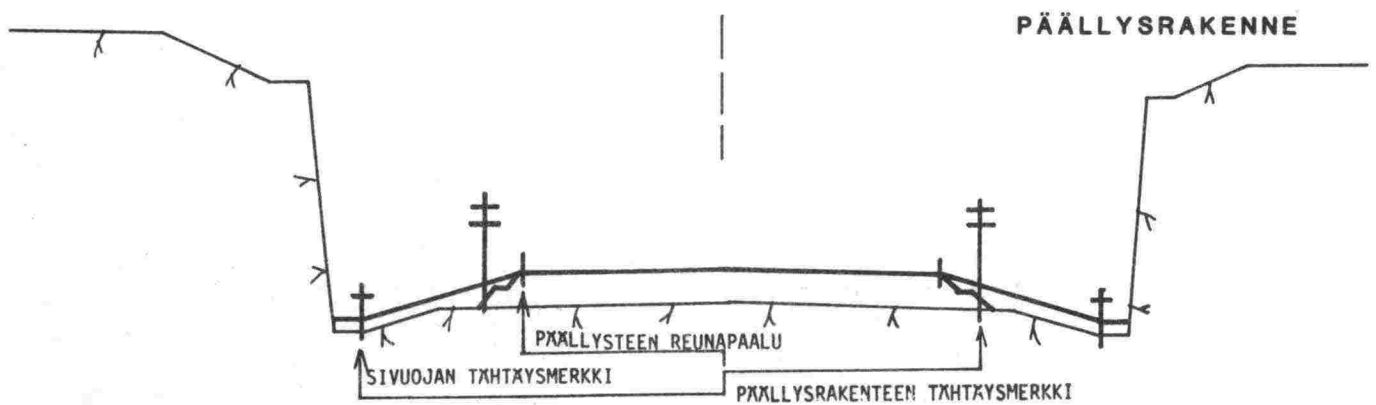
RAIVAUS



ALUSRAKENNE

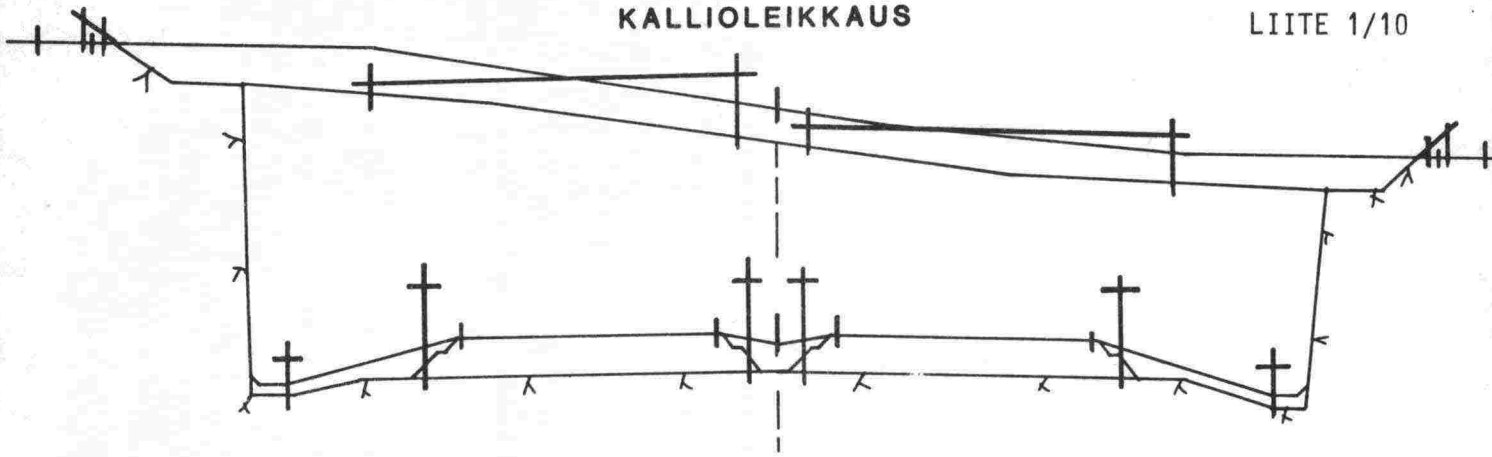


PÄÄLLYSRAKENNE

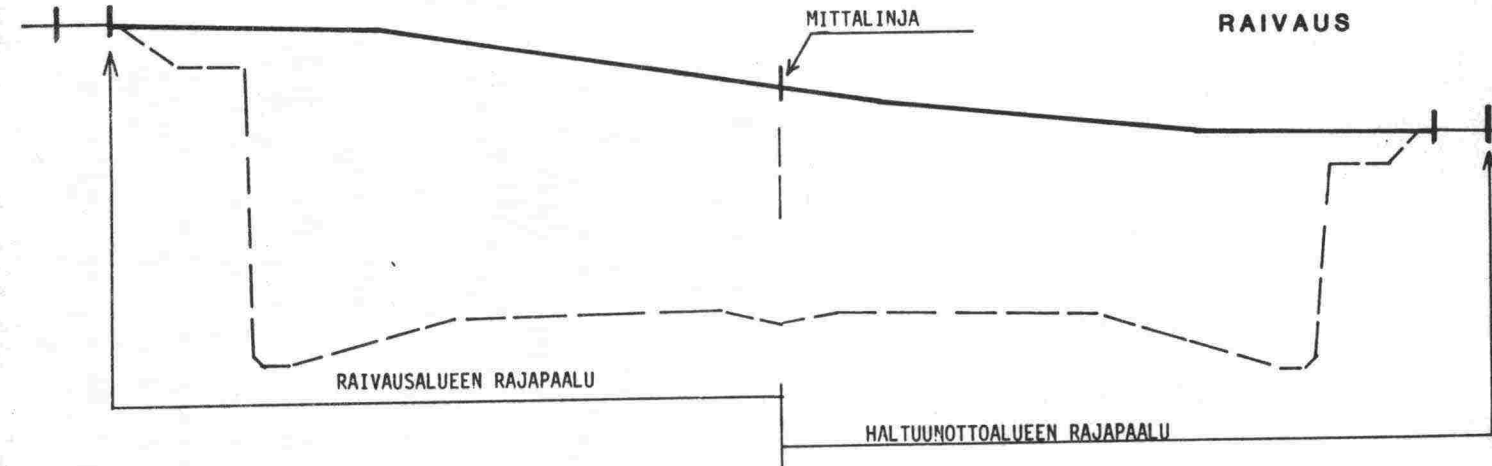


KALLIOLEIKKAUS

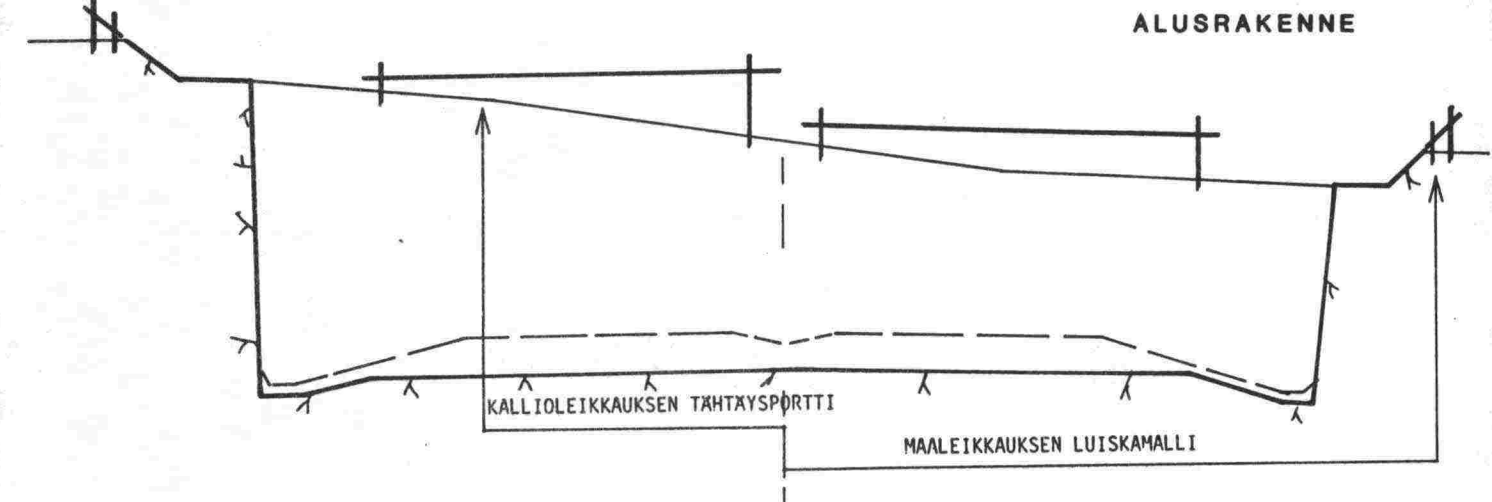
LIITE 1/10



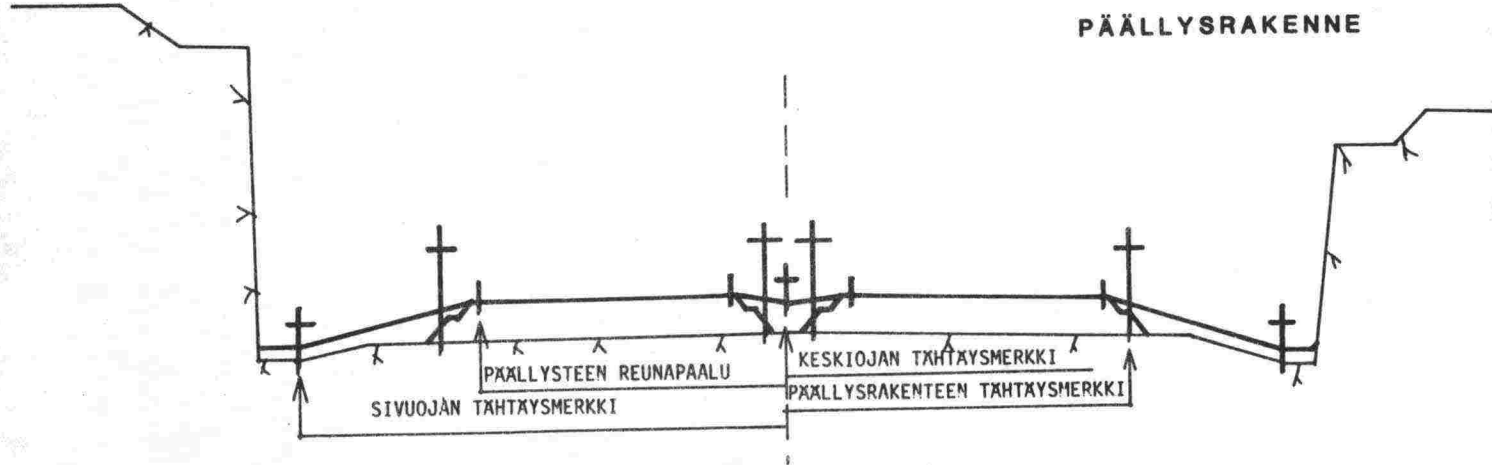
RAIVAUS



ALUSRAKENNE

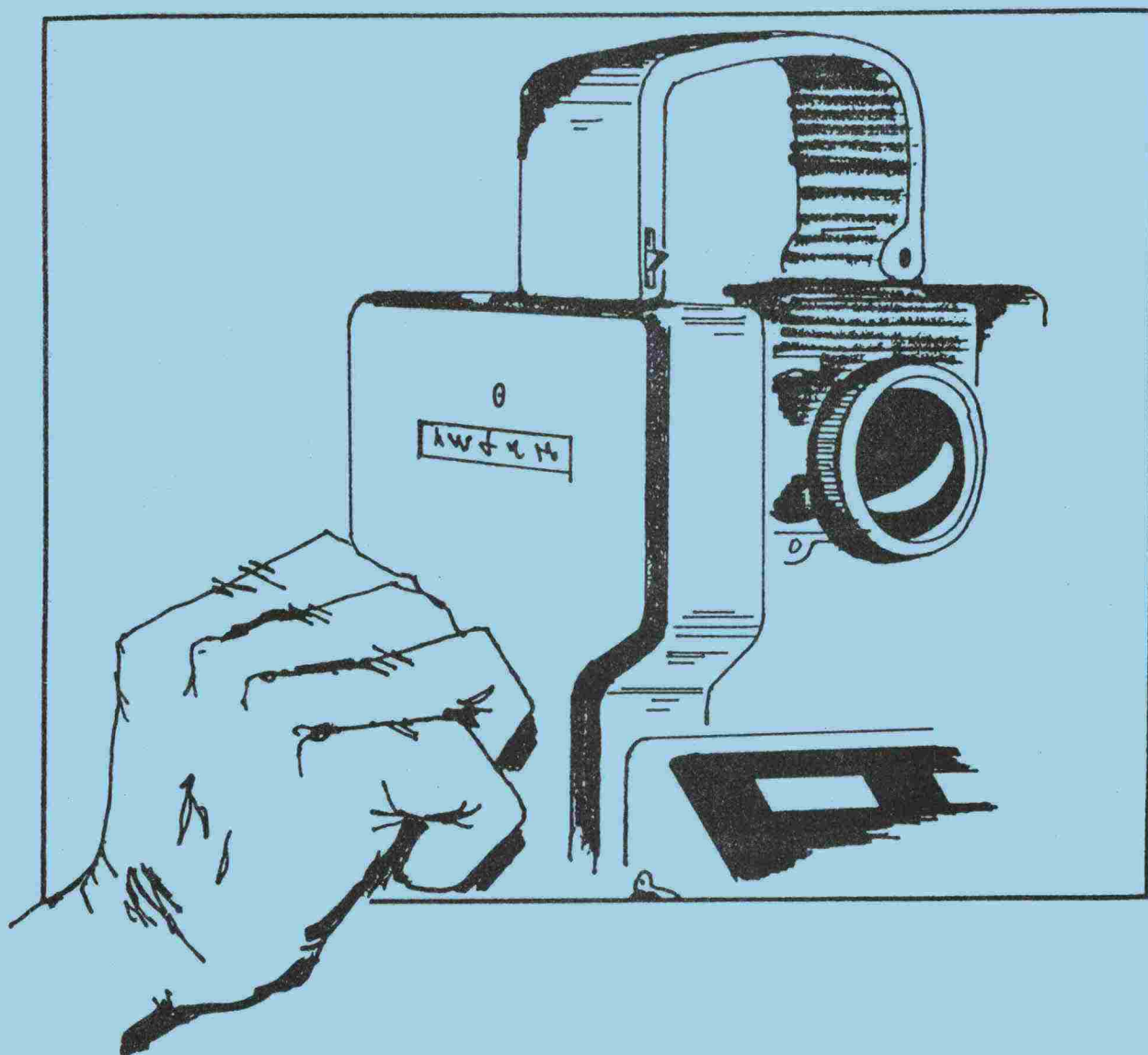


PÄÄLLYSRAKENNE



TIETYÖMAAN MITTAUKSET

III OSA: RAKENTAMISMITTAUKSET JA ATK



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
RAKENNUSOSASTO, TIENRAKENNUSTOIMISTO

VIATEK OY

KESÄKUU 1986

III

RAKENTAMISMITTAUKSET JA ATK

SISÄLTÖ

	Sivu
JOHDANTO	1
1. RAKENTAMISMITTAUSTEN KEHITTÄMISVAIHEET	2
2. OHJELMISTOTARVE	3
3. SYÖTTÖ- JA TULOSTUSTIEDON STANDARDINTI	6
4. MAANMITTAUSALAN VALMISOHJELMAT MIKRO-TIETOKONEILLE	8
LIITE 1 Rakentamismittausten kehittäminen	
LIITE 2 Muutosten tekeminen työmaamittauksissa	
LIITE 3 Tiedonkulku mittausjärjestelmässä	
LIITE 4 Maanmittausalan valmishjelmat Olivetin mikrotietokoneelle	

JOHDANTO

TVL:n tienrakennustyömailla käytettävä mittaustekniikka ei enää vastaa nykypäivän tarpeita. Sekä mittauslaitteet että suunnittelu-menetelmät ovat viime vuosina kehittyneet nopeasti, mutta rakennustoimialan mittauksissa ei vastaavaa kehitystä ole tapahtunut. Osittain tähän on ollut syynä mittausvälineiden kalleus, mutta kehityksen myötä tämäkin asia on korjautumassa.

Nykyään on mahdollista tuottaa suunnitelmat koordinaattimuodossa paikalleenmittausten helpottamiseksi. Tämä vaatii kuitenkin rakennustyömaan mittausmenetelmien ja -laitteiden kehittämistä.

Tässä raportissa tehdään ehdotus mittausmenetelmien sekä tähän liittyvän atk:n kehittämiseksi.

1. RAKENTAMISMITTAUSTEN KEHITTÄMISVAIHEET

Nykytilanne

Tällä hetkellä suunnittelija tuottaa paalutus- ja tähtäysmerkkilaskennat rakennussuunnitelman yhteydessä. Rakentamisvaiheessa laskentoja käytetään hyväksi mahdollisuuksien mukaan. Usein joudutaan kuitenkin laskentoja täydentämään työmaaolosuhteiden muutosten vuoksi (ks. liite 1).

Mittaukset tehdään yleensä teodoliitilla, mittanauhaa ja prismaa hyväksi käyttäen. Apuna voi olla myös ohjelmoitava funktiolaskin. Tien mittalinjan paalut mitataan yleensä monikulmiopisteiltä ja tähtäysmerkit puolestaan mittalinjalta. Korkeus siirretään tähtäysmerkkeihin vaaitsemalla.

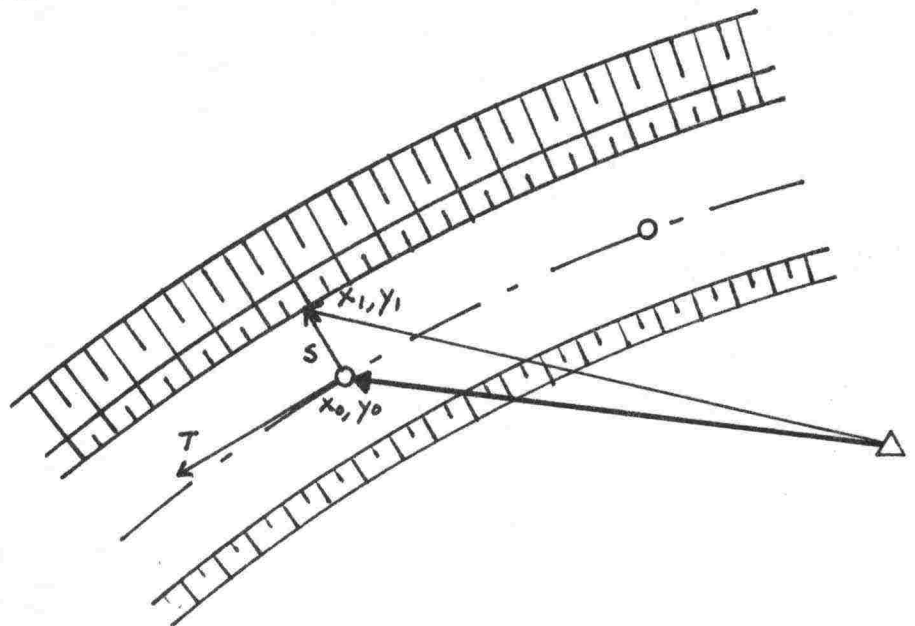
I Vaihe

I vaihe (ks. liite 1) on tarkoitettu lähinnä sellaisille työmaille, joilla mittaukset tehdään vanhojen suunnitelmien mittataulukkoita sekä tähtäysmerkki- ja paalutuslaskentoja käyttäen.

Mittauskalustona maastossa on elektroninen takymetri sekä ohjelmoitava maastotallennin, jossa on 2-suuntainen tiedonsiirto.

Ensimmäiseksi on saatava selville mittalinjan paalujen x , y -koordinaatit. Tähän on kaksi mahdollisuutta sen mukaan, mikä on työmaan atk-laittevalmius.

Vaihtoehdossa 1 ei ole käytössä mikrotietokonetta. Tällöin tulee maastotallentimessa olla ohjelma, joka laskee mittalinjan pääpistetietojen avulla paalujen x , y -koordinaatit sekä suuntakulman T . Tähtäysmerkin koordinaatit saadaan tämän jälkeen syöttämällä tallentimeen paikalleenmittausvaiheessa sivumitta S , jolloin ohjelma laskee tähtäysmerkin x , y -koordinaatit suuntakulman T ja mittalinjan koordinaattien avulla (kuva 1). Lisäksi syötetään korkeus z .



Kuva 1. Paikalleenmittaus sivumitan S ja suuntakulman T avulla.

Sivumitat S ja korkeudet z saadaan tähtäysmerkkilaskennoista ja poikkileikkauksista. Mittalinjan pääpistetiedot syötetään tallentimeen, joka laskee koordinaatit ja suuntakulman ja tallentaa ne. Pääpistetietojen asemesta voidaan käyttää myös suoraan mittalinjalle tehty koordinaattilaskentaa.

Vaihtoehtossa 2 mikrotietokone hoitaa koordinaattilaskennan. Mittalinjan pääpistelaskenta sekä sivumitat ja korkeudet syötetään koneeseen ja tuloksena saadaan standardimuodossa poikkileikkauspisteiden koordinaatit, jotka ladataan tämän jälkeen tallentimeen (ks. kohta 3).

Varsinainen paikalleenmittaus tehdään valitsemalla sopiva kojeasema, jolta havaitaan vähintään kaksi tunnettua runkopistettä. Tallentimessa oleva ohjelma laskee seuraavaksi kojeaseman koordinaatit. Vaihtoehtossa 1 kutsutaan paaluluvun avulla mittalinjan koordinaatit käsittelyyn tallentimen muistista. Syöttämällä tähtäysmerkin sivumitta S ja korkeus z ohjelma laskee paalutusmitat mittalinjan koordinaattien avulla. Vaihtoehtossa 2 saadaan pisteen koordinaatit suoraan kutsumalla piste paalun ja tunnusluvun avulla, minkä jälkeen ohjelma laskee paalutusmitat.

II Vaihe

Seuraavassa vaiheessa suunnittelija tuottaa kaikki tien poikkileikkauspisteiden koordinaatit, jotka voidaan joko ladata valmiiksi tallentimen muistiin (ve 1) tai siirtää magneettilevyllä työmaalle (ve 2). Jälkimmäisessä vaihtoehtossa voidaan työmaan omalla mikrotietokoneella tehdä koordinaattien editointia sekä poimintaa eri työvaiheita varten ja ladata tämän jälkeen halutut koordinaatit tallentimeen.

Koordinaatit on mahdollista tuottaa vanhoista suunnitelmista tekemällä massalaskenta uudelleen, jolloin koordinaatit voidaan tulostaa poikkileikkauspisteistä.

Paikalleenmittaus tehdään vapaalta kojeasemalta kutsumalla piste tunnuksensa avulla tallentimen muistista käsiteltäväksi, jolloin tallentimessa oleva ohjelma laskee paalutusmitat. Tietojen käsinsyöttöä ei enää tarvita.

Mittauskalusto on sama kuin edellä.

2. OHJELMISTOTARVE

Suunnittelija

Nykytilanteessa ja I vaiheessa tuotetut tiedot ovat samoja, joten mitään uusia suunnitteluohjelmia ei tarvita.

II vaiheessa tulee suunnittelijalla olla käytössään tiensuunnitteluohjelmisto, jolla voidaan tuottaa tien poikkileikkauspisteiden y, z-koordinaatit. Myös muut tiehen liittyvät rakenteet tulee voida tulostaa koordinaattimuodossa.

Työmaatoimisto

Työmaalla tulisi olla käytössä mikrotietokone, jolla voidaan tehdä suunnittelutietojen käsittelyä sekä tarvittavia lisälaskentoja.

I ja II vaiheiden vaihtoehdoissa 1 (ks. liite 1) on kuvattu tilanne, jossa tulnaisiin toimeen ilman mikrotietokonetta. Vaihtoehdoissa 2 sen sijaan käytössä on mikro, jonka sisältämät ohjelmat riippuvat suunnittelutietojen tasosta.

I vaiheessa tarvitaan mikrotietokoneessa lähinnä sellaisia ohjelmia, joilla voidaan muokata vanhojen suunnitelmien tietoja käyttökelpoiseen muotoon. Tällöin tulevat kyseeseen mm. koordinaattilaskennat mittalinjan pääpisteiden ja sivumittojen avulla.

Tiedot koodataan laskentaohjelman vaatimaan muotoon ja syötetään mikrotietokoneeseen. Mittalinjasta koodataan elementin alkupisteen paalu, alku- ja loppusäde, klotoidin parametri sekä x- ja y-koordinaatti. Tähtäysmerkeistä koodataan paalu, pistenumero, sivumitta S sekä korkeus (z-koordinaatti). Koordinaattilaskennan tuloksena saadaan tähtäysmerkkien x, y, z-koordinaatit standardimuodossa. Yksityiskohtainen koodausmuoto on esitetty kuvassa 4.

Myös runkopisteet syötetään mikeroon jäljempänä esiteltävää standardia noudattaen. Edelleen on mahdollista syöttää sellaisten tiehen liittyvien rakenteiden koordinaatteja, joita ei tuoteta edellä kuvatulla menetelmällä.

Edellä lueteltujen ohjelmien lisäksi tarvitaan työmaalla myös kaikki II vaiheen ohjelmat.

II vaiheessa tehdään työmaan mikrotietokoneella pääasiassa suunnittelussa tuotettujen tien poikkileikkaus- ym. pisteiden käsittelyä ja tallentimeen latausta. Lisäksi tehdään rakentamistyön seurantaa ja siihen liittyen mm. määrälaskentaa.

Suunnittelussa tuotettujen koordinaattien käsittely sisältää mm. poimintaa eri rakentamisvaiheita varten. Tämä voidaan tehdä pisteiden tunnisteen, numeron, paalun ja koordinaattien avulla, joiden muoto on määritelty pisteiden tulostusstandardissa (kuva 2). Asiaa on käsitelty tarkemmin kohdassa 3.

Määrälaskentaa varten havaitaan takymetrillä halutusta kohteesta tielinjalta x, y, z-koordinaatteja tarvittava määrä. Tämän jälkeen tiedot syötetään mikrotietokoneelle. Massalaskentaohjelma käyttää hyväkseen sekä havaittuja pisteitä, että suunnittelijan tuottamia alusrakenteen koordinaatteja, jotka voidaan erottaa tunnuksen ja paalun avulla pisterekisteristä. Massalaskenta voidaan tehdä esimerkiksi poikkileikkauspintojen avulla.

Grafiikkaohjelmilla voidaan tulostaa esimerkiksi poikkileikkauskuvia suunnittelussa tuotettujen ja maastossa havaittujen koordinaattien avulla.

Taulukossa 1 on lueteltu mikrotietokoneen tarvitsemat ohjelmat eri vaiheissa. Luetteloön eivät sisälly tiedonsiirron vaatimat ohjelmat.

Taulukko 1. Mikrotietokoneen tarvitsemat ohjelmat.

Ohjelma	I-vaihe	II-vaihe
Koordinaattien käsittely	x	x
Koordinaattilaskenta linja- tiedoista ja sivumitoista S	x	
Määrälaskenta	x	x
Poikkileikkausten piir- täminen	x	x
Tarkistukset	x	x

Laajempien tarkistusmittausten tulosten analysointiin on myös syytä olla omat ohjelmat työmaan mikrolla.

Tallennin

Maastotallentimen ohjelmalla lasketaan vapaan kojeaseman x, y, z-koordinaatit havainnoista tunnettuihin runkopisteisiin. Edelleen tarvitaan paalutusmittojen laskentaohjelma, joka käyttää hyväkseen kojeasemalle laskettuja sekä tallentimeen ladattuja x, y, z-koordinaatteja. I vaiheessa (ve 1) tarvitaan lisäksi lisäohjelma, joka laskee tähtäysmerkin x, y-koordinaatit mittalinjan pääpistetiedoista sivumitan S avulla. Tasogeometrian peruslaskentaohjelmat tarvitaan luonnollisesti kaikissa vaiheissa. Perusohjelmat käyttävät hyväkseen ennalta laskettujen pisteiden koordinaatteja. Edellä lueteltujen ohjelmien lisäksi tarvitaan tiedonkeruuohjelma, jolla voidaan kerätä x, y, z-pisteitä esimerkiksi määrälaskentaa tai tarkistuksia varten. Myös tallentimessa tulisi olla oma ohjelmansa pikatarkistuksia varten.

Taulukko 2. Tallentimen tarvitsemat ohjelmat.

Ohjelma	I vaihe	II vaihe
Kojeaseman koordinaattilaskenta	x	x
Paalutusmittojen laskenta	x	x
Koordinaattilaskenta linja- tiedoista ja sivumitoista S	ve 1	
Tasogeometrialaskennat	x	x
Tiedonkeruu	ve 2	x
Tarkistukset	x	x

Liitteessä 2 on esitetty, mitä muutoksia kuvattu järjestelmä sallii tehtäväksi maastossa ja työmaalla, sekä mitkä muutokset on jätettävä suunnittelijan tehtäväksi omilla ohjelmillaan.

3. SYÖTTÖ- JA TULOSTUSTIEDON STANDARDOINTI

Tiedonkulun eri vaiheita varten tarvitaan linja- ja koordinaattitiedoille yhtenäinen muoto. Erityisesti tämä koskee suunnittelijan tuottamia koordinaattipisteitä, joita on voitava käsitellä mikrotietokoneella. Liitteessä 3 on kuvattu kaavion avulla mittausjärjestelmän tiedonkulun vaiheet.

Standardipiste muodostaa tietueen, jonka eri kenttien perusteella on mikrotietokoneella voitava tehdä lajitteluja ja poimintaa. Tietueen muoto selviää seuraavasta kuvasta.

3	9	4	11	11	8
TU	PL/AL	N:0	X	Y	Z

Kuva 2. Standardipisteiden tulostusmuoto.

Ensimmäisenä kenttänä on tunniste (TU), joka koostuu kolmesta merkistä. Tunniste ilmoittaa pisteen tyyppin, joka voi olla esim:

- päätien mittalinjan piste
- rampin mittalinjan piste
- tähtäysmerkki
- tasoliittymän piste
- siltapiste
- runkopiste
- hajapiste
- jne.

Seuraava kenttä ilmoittaa pistetyypistä riippuen joko paaluluvun tai aluetunnuksen (PL/AL) (9 merkkiä). Pisteille, jotka on sidottu linjaan, annetaan paalulukua ja muille voidaan antaa sopiva nimi.

Kolmas kenttä sisältää pistenumeron (4 numeroa). Pisteiden numerointi voidaan tehdä jakamalla kullekin tunnisteelle oma alueensa, jolta numerot määritellään, esimerkiksi tähtäysmerkit numeroidaan väliltä 0001-0100. Suunnittelijan tehtävänä on nimetä pisteet siten, että ne voidaan yksiselitteisesti tunnistaa. Tähän voidaan käyttää pisteselytystietueita, joiden muoto esitellään jäljempänä (kuva 3).

Pisteen koordinaatit muodostavat loput kolme kenttää. X- ja y-koordinaatit tarvitsevat 11 merkkiä ja z-koordinaatti 8 merkkiä.

Seuraavassa kuvassa on ehdotus pisteselystietueesta. Se koostuu tunnisteesta, paalu/aluettunnuksesta, pistenumeroista sekä tekstikentästä. Kolme ensimmäistä ovat samoja kuin edellä. Tekstikenttään määritellään pisteen nimi ja kentän pituus määräytyy mikrotietokoneen ominaisuuksien mukaan.

TU	PL/AL	N:O	TEKSTIÄ

Kuva 3. Pisteselystietue.

Pisteselystiedoston luo suunnittelija ja se siirretään koordinaattitiedon yhteydessä suunnitelmaan liittyvänä dokumenttina. Mikrotietokoneella olevaa pisteselystiedostoa voidaan käsitellä samaan tapaan kuin koordinaattitietoakin, lajittelua ja poimintaa tekemällä.

I vaiheen vaihtoehdossa 2 tehdään koordinaattilaskenta työmaan mikrotietokoneella pääpiste- ja tähtäysmerkkilaskentaa hyväksi käyttäen. Näiden laskentojen tiedot syötetään mikrotietokoneelle, joka tulostaa tähtäysmerkkien koordinaatit standardimuodossa. Tarvittava lähtötiedon muoto on esitetty seuraavassa kuvassa.

Pääpistetiedot syötetään elementteittäin siten, että kustakin elementistä ilmoitetaan paalu, alkusäde (R1), loppusäde (R2), klotoidin parametri (A) sekä x- ja y-koordinaatit. Tähtäysmerkeistä syötetään tunniste (TU), paalu, pistenumero, sivumitta S sekä korkeus Z.

Pääpistelas-
kennan tiedot

5	8	8	7	11	11
PAALU	R1	R2	A	X	Y

Sivumitat ja
korkeudet

3	5	4	7	8
TU	PAALU	N:0	S	Z

Standardipisteitä

Kuva 4.

4.

MAANMITTAUSALAN VALMISOHJELMAT MIKROTIETOKONEILLE

Alustavan kyselyn perusteella ainakin seuraavilla atk-ohjelmien toimittajilla on maanmittauspaketteja Olivetin mikrotietokoneelle:

- Geopolar
- Viatek Oy

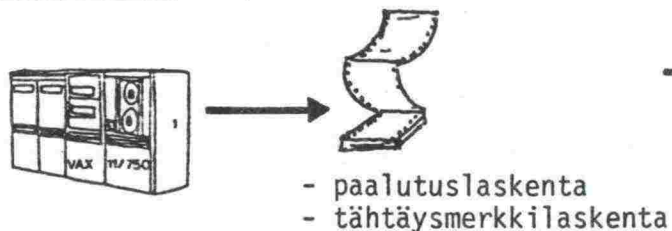
Tärkeimmät tiedot ohjelmista on koottu liitteeksi 4.

SUUNNITTELIJA

TYÖMAATOIMISTO

MAASTO

NYKYTILANNE



- teodoliitti, vaaituskoje, mittanauha, prisma
- mittalinja monikulmiopisteiltä teodoliitilla ja mittanauhalla
- tähtäysmerkit mittalinjalta mittanauhalla ja prismalla
- korkeus vaaitsemalla

I VAIHE: Vanhat suunnitelmat



Ve 1

Ve 2

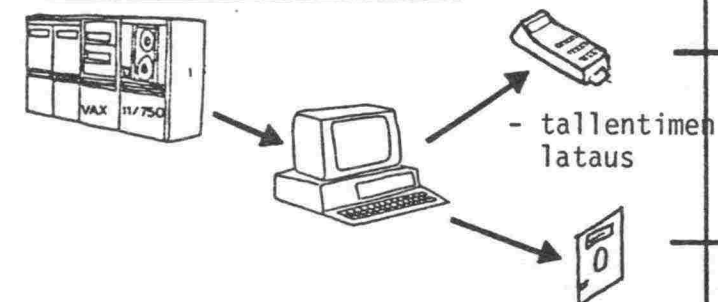


- koordinaattilaskenta
- tallentimen lataus



- elektroninen takymetri ja tallennin, jossa 2-suuntainen tiedonsiirto
- vapaa kojeasema, paalutus sädemittauksella
- S ja z syötetään käsin (ve 1)
- kaikki koordinaatit tallentimessa (ve 2)

II VAIHE: Uudet suunnitelmat

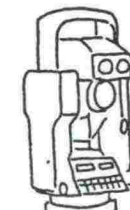


Ve 1

Ve 2

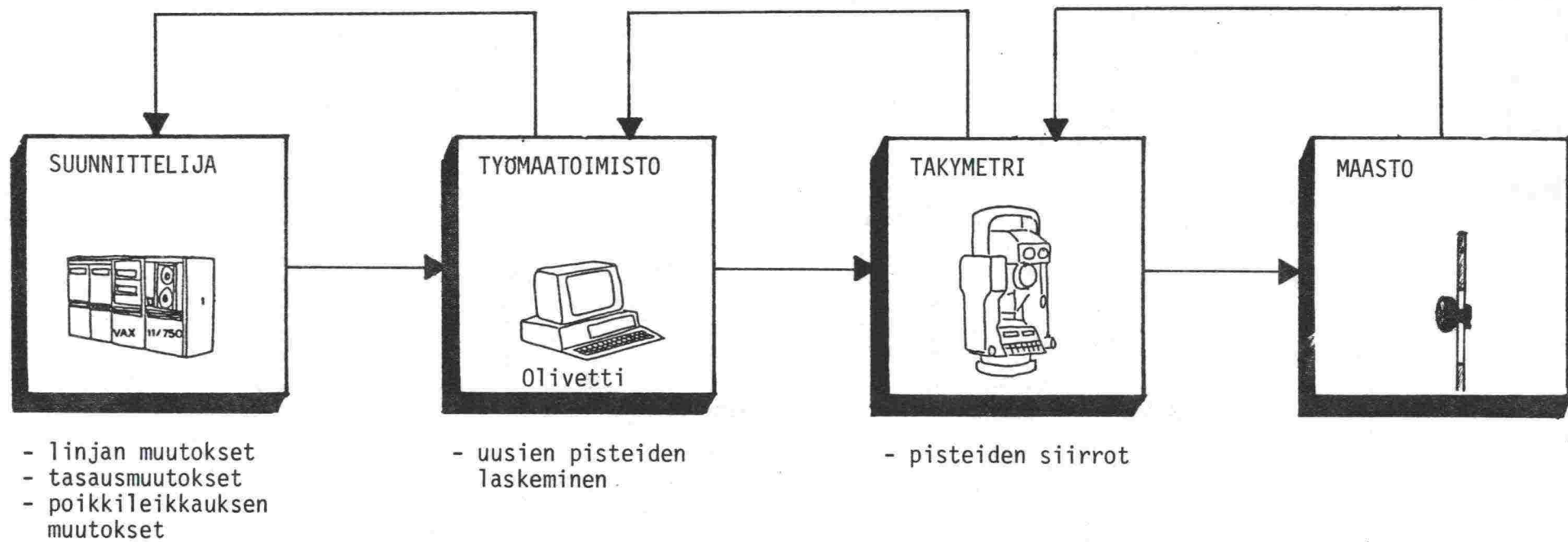


- tallentimen lataus



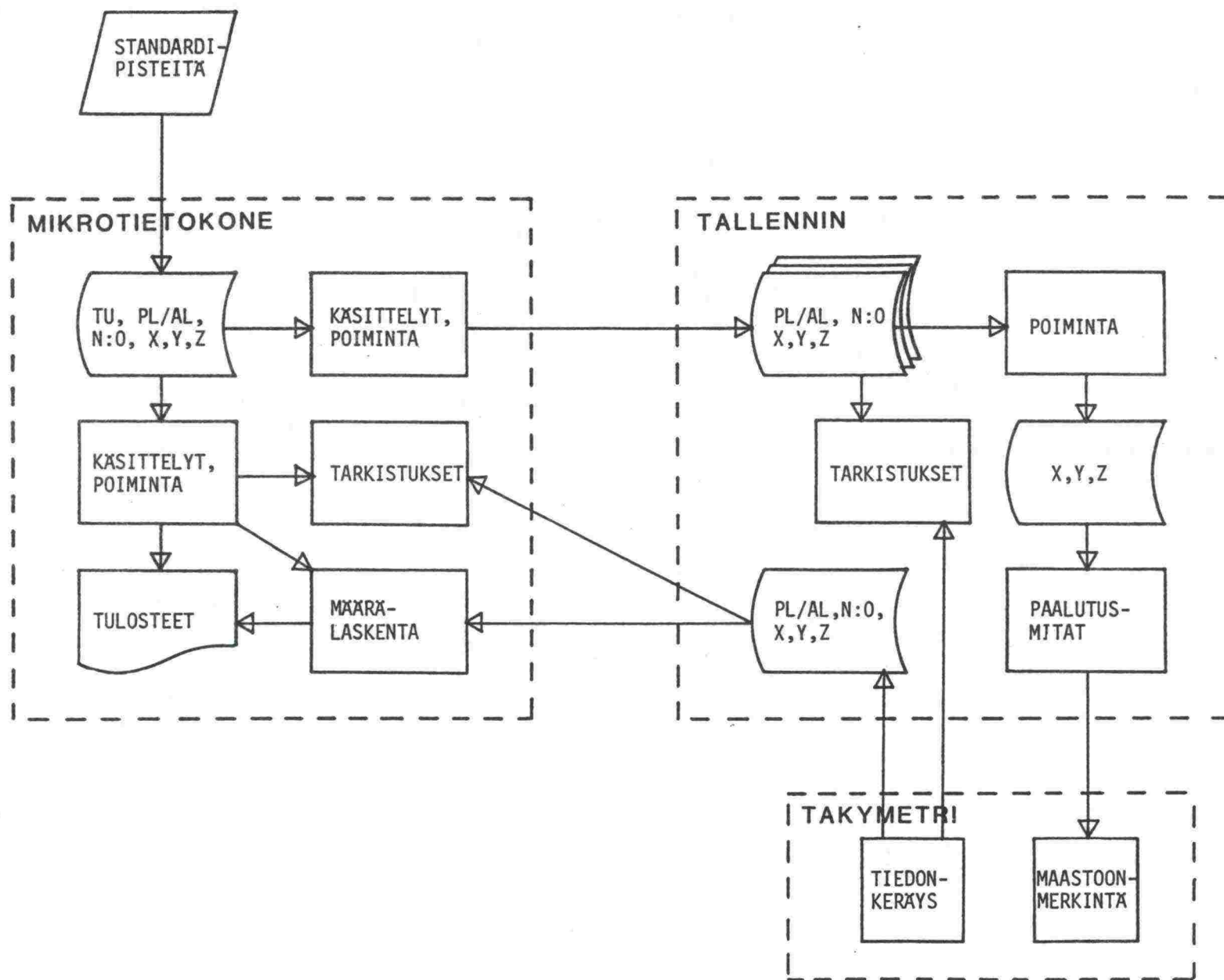
- elektroninen takymetri ja tallennin, jossa 2-suuntainen tiedonsiirto
- vapaa kojeasema, paalutus sädemittauksella
- kaikki koordinaatit tallentimessa

MUUTOSTEN TEKEMINEN TYÖMAAMITTAUKSISSA



SUUNNITELMA

TIEDONKULKU MITTAUSJÄRJESTELMÄSSÄ



MILA - MAANMITTAUSOHJELMISTO**LAITTEISTO + PERUSOHJELMISTO****Perusversio(minimikokoonpano):**

Olivetti M24 PC
Keskusyksikkö 512 Kb:n muisti +
2 x 360 Kb levykeasema
Näppäimistö (IBM tai Olivetti layout)
Näyttöpääte m/v (max erotuskyky 640x400)
Matriisikirjoitin PR 15 B, kitka- ja
traktoriveto lev. 8,5", kaapeli
MS-Dos + GW-basic
MILA-perusosa
Käyttökoulutus asiakkaan luona (1 päivä)
yhteensä 45.500,-

Suositeltava kokoonpano:

Olivetti M24 PC
Keskusyksikkö 512 Kb:n muisti +
10 Mb:n winchesterlevyasema +
360 Kb:n levyasema
Laajennuskorttipohja
Näppäimistö
Näyttöpääte m/v
Matriisikirjoitin PR 15 B
MS-Dos + GW-basic
MILA-perusosa
Käyttökoulutus asiakkaan luona (1 päivä)
yhteensä 55.700,-

Lisätarvikkeita:

	ovh
Hiiri	1.530,-
Aritmetiikkaprosessori	4.107,-
Värinäyttöpääte	6.726,-
Grafiikanlaajennuskortti (16 väriä tarkkuusgrafiikassa)	6.043,-
Piirturi, esim. HP7475 A2-koko, 6-kynää	16.619,-

MILA-OHJELMISTO

Perusosa:

1. Tiedonhallintaohjelmat
 - pisterekisteri neljä tunnusta 4+4+3+3
 - xyz-koordinaatit
 - havaintorekisteri
 - lisäykset, korjaukset, luettelot
2. Kartoitushjelmat
 - säteittäiset/suorakulmaiset kartoitukset
 - eteenpäinleikkaus
 - taaksepäinleikkaus
 - kaarileikkaus
 - yhden pisteen tasoitus
3. Paikalleen mittaus (paalutus) ohjelmat
 - säteittäiset/suorakulmaiset paalutusmitat
 - laskenta pisteittäin/alueittain
4. Jonolaskenta
 - monikulmiojonon tasoitus (solmupistetasoitus)
5. Tulkintaohjelmat
 - pisteen projektiot suoralla
 - suorien leikkaus (siirtymät)
 - suoran ja ympyrän leikkaus
 - kulman pyöristys
 - kaaren/suoran jako tasosiin
 - ympyrä kolmen pisteen kautta/
kaksi pistettä ja säde
 - kahden ympyrän tangentit
6. Pinta-alan laskenta
 - myös kaaret
 - kokonaisala/osa-alojen summaus
7. Koordinaatiston muunnokset
 - Helmert-muunnos:
laskee muunnoskertoimet, kun
tunnetaan kolme tai useampia
xy-pisteitä kahdessa eri koordi-
naattijärjestelmässä

PERUSOSAN HINTA 18.000,-

Perusosan käytönopastus asiakkaan luona 2.000,-/pv

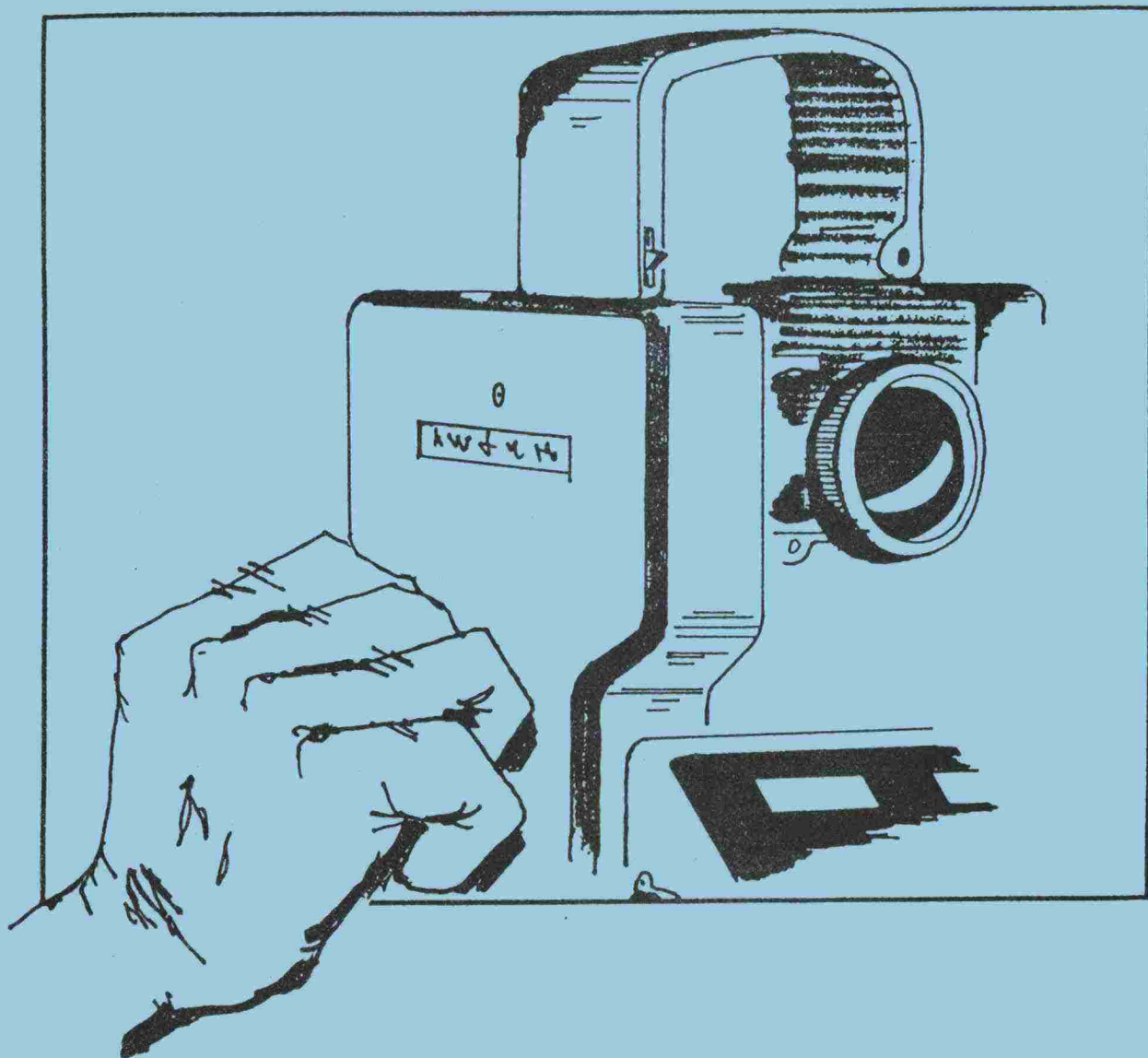
MILA-OHJELMISTO

Lisäosat:

- | | | |
|--|--|----------------|
| 1. | Maastotallentimen tiedon siirto mikroon ja
tiedon muokkaus havaintorekisteriin | |
| - KEMU (Geopolar), lähisiirto (terminal) | 3.000,- | |
| modemisiirto | 4.000,- | |
| - SDR2 (Sokkisha), lähisiirto | 3.000,- | |
| modemisiirto | 4.000,- | |
| - GEODAT (Aga) | 3.000,- | |
| - GRE (Wild) | 5.000,- | |
| 2. | Digicoord | |
| - kaksisuuntainen yhteysohjelma | 2.500,- | |
| 3. | Digitointipöydät ja muut RS232C-liitännät,
tiedon siirrot muista laitteista ja
rekistereistä | laitekohtainen |
| 4. | Jonoverkon tasoitus | 7.000,- |
| 5. | Korkeusverkon tasoitus | Kevät -86 |
| 6. | Maastomalliohjelmisto | Kevät -86 |
| 7. | Grafiikkaohjelmisto | talvi -86 |
| - laskennan ohjaus kuvaruutukartan ja
hiiren avulla | 9.500,- | |
| - Kuvaruutukartan tulostus piilinturilla | | |

TIETYÖMAAN MITTAUKSET

IV OSA: MITTAUSVÄLINEET



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
RAKENNUSOSASTO, TIENRAKENNUSTOIMISTO

VIATEK OY

KESÄKUU 1986

IV

MITTAUSVÄLINEET

SISÄLTÖ

	Sivu
JOHDANTO	1
1. TARKKUUSVAATIMUKSET	2
2. UUSIEN MITTAUSLAITTEIDEN KÄYTTÖÖNOTTOTARVE	2
3. UUSIEN MITTAUSLAITTEIDEN OMINAISUUKSIA	3
4. MITTAUSLAITTEIDEN SOVELTUVUUSKOEET	3
5. TVL:N TYÖMAAMITTAUSKALUSTON HANKINTAOHJELMA	8
6. NÄKÖKOHTIA UUDEN MITTAUSKALUSTON KÄYTTÖÖNOTTOON	8

JOHDANTO

Syksyn 1985 aikana tarkasteltiin neljän tärkeimmän mittausvälineiden maahantuoja (Lindell, Wulff, Geopolar ja Ilmonen) kalustoa tietyömaan mittausten kehittämisen näkökulmasta.

Laitteiden soveltuvuutta tiemittauksiin testattiin kolmen esittelytilaisuuden avulla. Niiden perusteella on tähän raporttiin koottu laitteiden ominaisuuksia sekä suositus laitteiston hankkimiseksi.

1. TARKKUUSVAATIMUKSET

Tiemittausten ja rakentamisen tarkkuusvaatimuksia on käsitelty tiemittauksia koskevassa työselitysluonnoksessa (Viatek Oy, helmikuu 1986). Sen mukaan paikalleenmittausten tarkkuus tulee olla leikkaus- ja pengerrystöissä 70 - 150 mm sekä päällysrakenne- ja viimeistelytyöissä 35 - 75 mm tieluokasta riippuen. Korkeuden tarkkuusvaatimus on luokasta riippumatta 10 mm.

On selvää, että edellä lueteltuja tarkkuusvaatimuksia ei helposti saavuteta tavanomaisilla mittausmenetelmillä ja -välineillä, kuten mittanauhalla, prismalla ja vaaituskojeella.

2. UUSIEN MITTAUSLAITTEIDEN KÄYTTÖÖNOTTOTARVE

Paikalleenmittaus, kuten kartoituskin, tulisi nykyään tehdä mitauskojeilla, jotka mittaavat yhdellä kertaa sekä kulman, vaakataajuuden että korkeuden. Joustava paikalleenmittaus vaatii lisäksi mittauslaitteelta laskentakapasiteettia. Käytännössä tämä merkitsee tarvetta siirtyä yhä enemmän käsittelemään x, y, z-koordinaatteja sitä mukaa kun suunnitelmia tulostetaan koordinaattimuodossa.

Nykyaikaiset mittausmenetelmät vaativat mahdollisuutta tallentaa koordinaattimuotoista tietoa. Lisäksi tulee maastossa voida tehdä koordinaateilla monenlaisia apulaskentoja. Myös tarkistusmittaukset perustuvat yhä enemmän koordinaattien käsittelyyn, jota ei tavanomaisilla mittausmenetelmillä voida tehdä.

Mittausvälineiden kehityksen myötä tavallisen optisen teodoliitin, mittanauhan, prisman ja vaaituskojeen käyttö paikalleenmittauksessa on epäkäytännöllistä ja kallista. Optisen teodoliitin päälle asetettavat etäisyysmittaritkaan eivät tee toimintaa hintaansa nähden riittävän monipuoliseksi.

3. UUSIEN MITTAUSLAITTEIDEN OMINAISUUKSIA

Nykyisissä elektronisissa takymetreissa tehdään vaak- ja pystykulman sekä etäisyyden rekisteröinti sähköisesti. Tämä antaa monipuoliset laskentamahdollisuudet näiden arvojen suhteen. Lisäksi voidaan kojeisiin syöttää lukuarvoja, esimerkiksi koordinaatteja. Useimpiin elektronisiin takymetreihin kuuluu lisävarusteena ohjelmoitava maastotallennin, johon on mahdollista tallentaa runsaasti pisteiden x, y, z-koordinaatteja. Tallentimessa olevilla ohjelmilla voidaan esimerkiksi määrittää vapaan kojeaseman sijainti ja laskea tunnetuille pisteille paalutusmittoja. Kehittyneimmissä maastotallentimissa on 2-suuntainen tiedonsiirto. Sen ansiosta voidaan suunnitelmat ladata koordinaattimuodossa tallentimeen ja edelleen maastoon merkittäviksi ilman käsin tehtävää tietojen syöttöä.

4. MITTAUSLAITTEIDEN SOVELTUVUUSKOKEET

Tulevia laitehankintoja silmällä pitäen työryhmä asetti mittauskalustolle seuraavat vaatimukset:

1. Peruskoje on elektroninen takymetri, johon voidaan liittää ohjelmoitava maastotallennin.
2. Takymetrissa on automaattinen vaakamatkan seuranta.
3. Takymetrin ja tallentimen välillä on 2-suuntainen tiedonsiirto.
4. Tallentimessa on riittävä muistikapasiteetti sekä ohjelmille että pisteille.

Mittausvälineiden ominaisuuksien testaamiseksi järjestettiin kolme esittelytilaisuutta syksyllä -85 ja talvella -86.

Ensimmäisessä laite-esittelyssä olivat mukana seuraavat laiteyhdistelmät:

AGA	Geodimetri 136 Geodat 126	elektroninen takymetri tallennin
KERN	E1 DM503 Alphacord	elektroninen teodoliitti etäisyysmittari tallennin
TOPCON	GTS-3 FC-1	elektro-optinen takymetri tallennin
SOKKISHA	SET3 SDM3ER SDR2 Kemu	elektroninen takymetri teodoliitti-etäisyysmittari tallennin tallennin
WILD	TC2000 T2000 DI1000 GRE 3	elektroninen takymetri elektroninen teodoliitti etäisyysmittari tallennin.

Testausajankohtana, vuoden 1985 lopussa, ei kaikilla laitevalmistajilla vielä ollut 2-suuntaisella tiedonsiirrolla varustettua laitteistoa. Tämän vuoksi jatkotarkasteluista jäivät pois Topconin ja Sokkishan laitteet. Myöhemmin on näillekin saatu kehittyneemmät tallentimet, joista ei tähän raporttiin kuitenkaan ole ehditty saada kokemuksia.

Jatkotarkasteluista jätettiin pois myös Wildin sinänsä erittäin monipuolinen ja käyttökelpoinen takymetri TC2000 korkean hintansa vuoksi.

Todettakoon, että paikalleenmittaustöihin riittää mittauskojeen teodoliittiosalle minuuttiteodoliitin tarkkuus sekä etäisyysmittari-
osalle 0 - 1 km mittausalue. Suurempi tarkkuus nostaa yleensä hintaa melko paljon.

Jäljelle jääneiden Agan, Kernin ja Wildin laitteiden testaamiseksi järjestettiin koetilaisuus todellisissa mittausolosuhteissa. Koetta varten mitattiin maastoon sidontapisteet, joiden tuntumaan suunniteltiin lyhyt koetie Viatekin VRD-ohjelmistolla. Tiestä tulostettiin poikkileikkauspisteiden koordinaatit, jotka syötettiin tallentimen muistiin. Tämän jälkeen valittiin kojeasema vapaasti ja määriteltiin sen koordinaatit. Tähtäysmerkkien maastoonmerkitseminen tehtiin kutsumalla haluttu piste muistista käsittelyyn, jolloin tallentimen ohjelma laski paalutusmitat.

Jäljempänä esitetään viimeksi mainituista laitteista koetilaisuuksissa saatuja kokemuksia.

Eri laitteiden teknisiä tietoja on koottu Tie ja liikenne-lehden numeroon 10/85. Luettelosta tosin puuttuvat Agan ja Kernin tiedot.

WILD

Elektroninen teodoliitti T2000**Etäisyysmittari DI1000****Ohjelmoitava tallennin GRE3 128 kt**

138 000,-

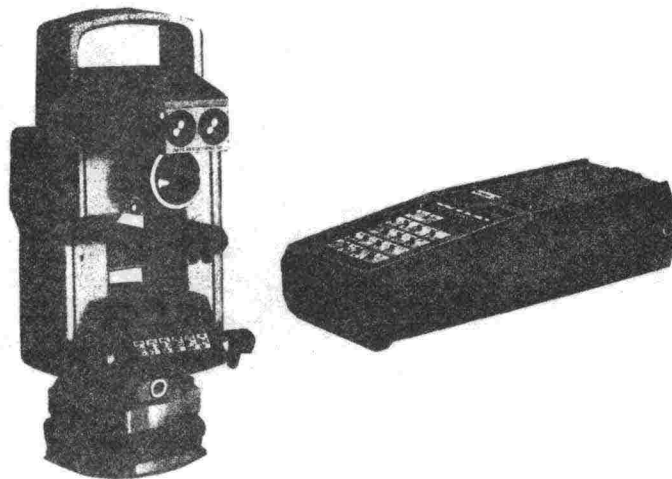
44 000,-

182 000,-

(Varsinaisen testitilanteessa oli käytössä yhdistelmä T2000/DI5, joka vastaa toiminnaltaan T2000/DI1000:a).

Wildin teodoliitti-etäisyysmittari-yhdistelmä toimii elektronisen takymetrin tavoin. Ohjelmoitavassa tallentimessa GRE3:ssa on magneettikuplamuisti, joka ei tarvitse virtaa tietojen säilyttämiseen. Vapaa kojeasema voidaan määrittää enintään 9 tunnetun pisteen avulla. Koetilanteessa kojeaseman koordinaatit laskettiin Helmert-muunnoksella. Tallentimen kapasiteetti on joko 32 tai 128 kilotavua, jotka vastaavat n. 800 ja 3000 pistettä. Teodoliitti orientoituu automaattisesti lähtöpisteiden mittaamisen jälkeen. Jos työskentelyssä on tauko, kytkeytyy virta pois teodoliitista. Paikalleenmittauksessa on mahdollista käyttää tavoitemittaussmenetelmää.

Laitteisto soveltuu hyvin kehittyneen mittausjärjestelmän osaksi. Paalutus on mahdollista tehdä sekä kutsumalla piste koodin avulla että kutsumalla pisteet järjestyksessä.



AGA Geotronics

Elektroninen takymetri Geodimetri 136
Ohjelmoitava tallennin Geodat 126

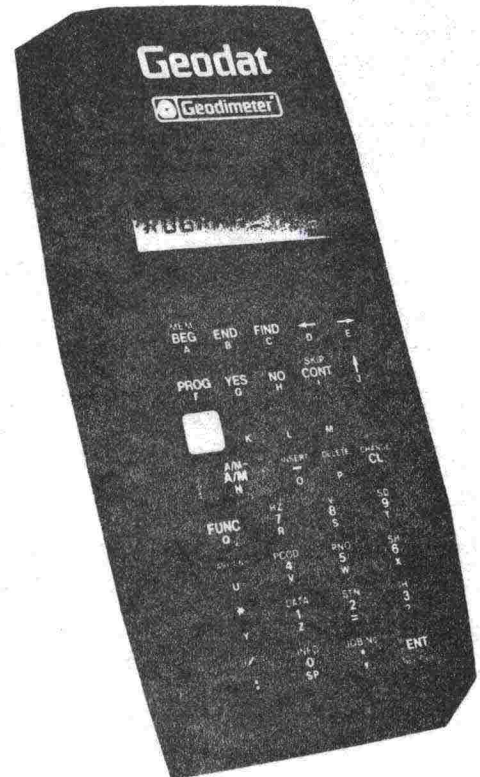
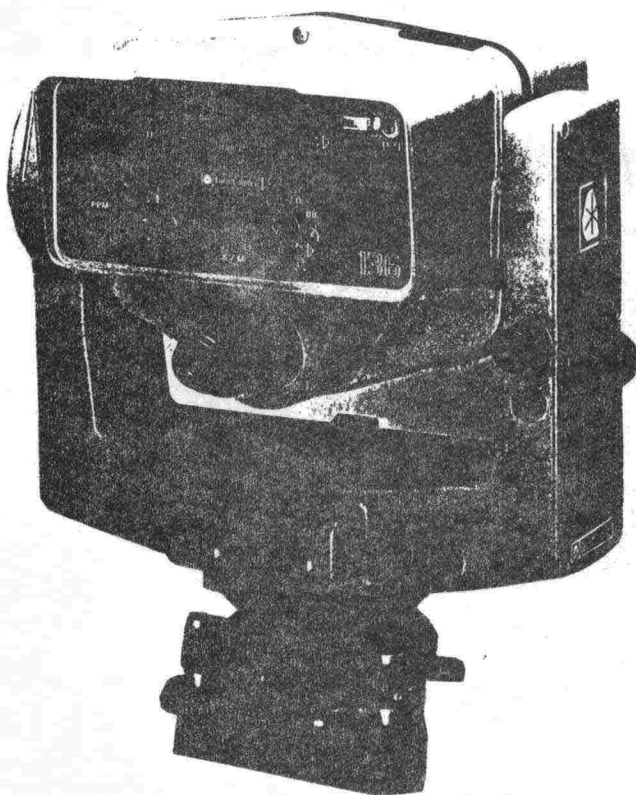
92 600,-
 22 900,-

115 500,-

(Varsinaisessa testitilanteessa oli käytössä malli Geodimetri 140, joka vastaa toiminnaltaan Geodimetri 136:a).

Takymetriin on saatavissa lisävarusteina korkeuden jatkuva tulos-tus (ROE) sekä ohjausvalo. Tallentimen kapasiteetti on 1000 x, y, z-pistettä, josta ohjelmille on mahdollista varata puolet. Vapaan kojeaseman määrittelyyn on mahdollista käyttää 4 tunnettua pistettä. Ennen paalutusta täytyy kojekorkeus syöttää tallentimen muistiin. Teodoliittia orientoitaessa on myös liitossuunta määriteltävä.

Laitteisto soveltuu myös hyvin kehittyneisiin mittausmenetelmiin. Koetilanteessa ei tavoitemittausta voinut käyttää kulman mit-taukseen, vaan ainoastaan etäisyydenmittaukseen.



KERN

Elektroninen teodoliitti E1
Etäisyysmittari DM503
Ohjelmoitava tallennin Alphacord

69 700,-

34 400,-

 104 100,-

Laitteisto testattiin maaliskuussa -86.

Kernin teodoliitti-etäisyysmittari-yhdistelmä muodostaa täydellisen elektronisen takymetrin. Laitteisto on pyritty pelkistämään mahdollisimman yksinkertaiseksi toiminnaltaan, mutta yhdistettynä Alphacord-maastotallentimeen, on takymetristä saatavissa erittäin monipuolinen ohjelmien avulla.

Teodoliittiosassa on neljä näyttöä, joita voidaan ohjata ohjelmilla halutulla tavalla. Etäisyysmittariin on ohjelmoitavissa täydellinen seurantamittaus, jossa mitta-arvot tulostuvat reaaliajassa nopeasti (n. 3 arvoa sekunnissa). Prismaan on yhdistettävissä näyttöpäätte, jossa on seitsemän muistia. Näyttöihin voidaan tulostaa mm. tavoitemittauksen x-, y- ja z-poikkeamia reaaliajassa. Signaali osoittaa sijainnin mittaussäteellä. Etäisyyden mittaus on tarkka, sillä etäisyysmittari ei hyväksy vaihe-eron vääristämiä tuloksia.

Alphacord-tallennin on ohjelmoitavissa eri kielillä (fortran, basic, pascal). Ohjelmien siirtoon tarvitaan 8-bittinen CP/M-mikro. Lisäkortin avulla käy siirtoon myös 16-bittinen kone. Tallentimen muistin koko on joko 64 tai 128 kilotavua, jotka on vapaasti määriteltävissä piste- tai ohjelmatilaksi. 64 kilotavua vastaa noin 1 500 x, y, z-pistettä. Tallentaminen voidaan tehdä eri tiedostoihin, jotka nimetään halutulla tavalla. Alphacord on erittäin monipuolinen "maastotietokone", jolla voidaan hallita teodoliitin näyttöjä. Korkeatasoisilla ohjelmointikielillä voidaan tehdä vaativia ja monipuolisia ohjelmia.



5.

TVL:N TYÖMAAMITTAUSKALUSTON HANKINTAOHJELMA

Uutta mittauskalustoa tulisi hankkia seuraavan aikataulun mukaan:

Vaihe 1: Hankitaan jokaiseen piiriin yksi elektroninen takymetri sekä ohjelmoitava maastotallennin. Niihin piireihin, joilla jo on kyseiset laitteet, hankitaan toiset. Kaluston tulee olla käytössä kaikissa piireissä kesällä 1987.

Vaihe 2: 1. vaiheen kokemusten sekä piirien hankkeiden koon ja laadun perusteella hankitaan tarpeen mukaan lisää uutta kalustoa.

6.

NÄKÖKOHTIA UUDEN MITTAUSKALUSTON KÄYTTÖÖNOTTOON

Saatujen kokemusten perusteella työryhmä toteaa kaikkien kolmen edellä esitellyn laiteyhdistelmän täyttävän paikalleenmittauksissa käytettävillä laitteilla asetettavat vaatimukset.

Elektroninen takymetri tulee sijoittaa sellaiselle suurelle työmaalle, josta suunnitelmia on tulostettu koordinaattimuodossa. Käyttöönottoa varten tulee kussakin piirissä käynnistää oma hankkeensa.

Kuvassa 1 on suositus eri laitekoonpanojen soveltuvuudesta eri työmaaluokkiin.

Elektroninen takymetri ja maastotallennin soveltuvat periaatteessa kaiken tyyppisille työmaille. Niiden käyttö on kuitenkin mielekästä vain sellaisilla työmaille, joilla suunnitelmat ovat koordinaattimuodossa. Poikkeustapauksena voi tulla kysymykseen myös työmaa, jolla on käytössä tielinjojen paalutus- ja tähtäysmerkkilaskennat. Tällöin voidaan tallentimen ohjelmien avulla saavuttaa paalutustilanne, joka lähes vastaa koordinaattien avulla tehtävää paalutusta. Asiaa on käsitelty lähemmin raportin 3. osassa "Rakentamismittaukset ja atk".

Pelkän takymetrin käyttö voi myös periaatteessa tulla kysymykseen kaikilla työmaille. Tarkoituksenmukaisinta on käyttää sitä kuitenkin sellaisissa hankkeissa, joissa on käytössä tielinjan paalutus- ja tähtäysmerkkilaskennat. Tällöin tarvitaan apuna lisäksi ohjelmoitavaa funktiolaskinta, jolla lasketaan vapaan kojeaseman koordinaatit sekä pisteiden paalutusmitat.

Etäisyysmittari-teodoliitti-yhdistelmän käyttö on periaatteessa saman tapaista kuin pelkän takymetrinkin. Laskenta ja paalutus on tällöin kuitenkin hankalampaa, koska ei voida hyödyntää pystykulman havaintoja automaattisesti etäisyydenmittauksessa.

	A. Yleiset tiet kaava-alueilla	B. Valta-, kanta- ja seudulliset tiet	C. Kokooja- ja yhdytiet	X Sillat ja muut erikoiskohteet
Elektroninen takymetri + ohjelmoitava maastotallennin	⊗	⊗	×	⊗
Elektroninen takymetri	×	⊗	×	×
Teodoliitti + etäisyysmittari		×	⊗	×
Putkilaser	⊗	×	×	
Taso- ja suuntalaser	⊗	×		⊗

⊗ suositellaan
 × soveltuu käyttöön

Kuva 1. Mittauskaluston käyttökohteet

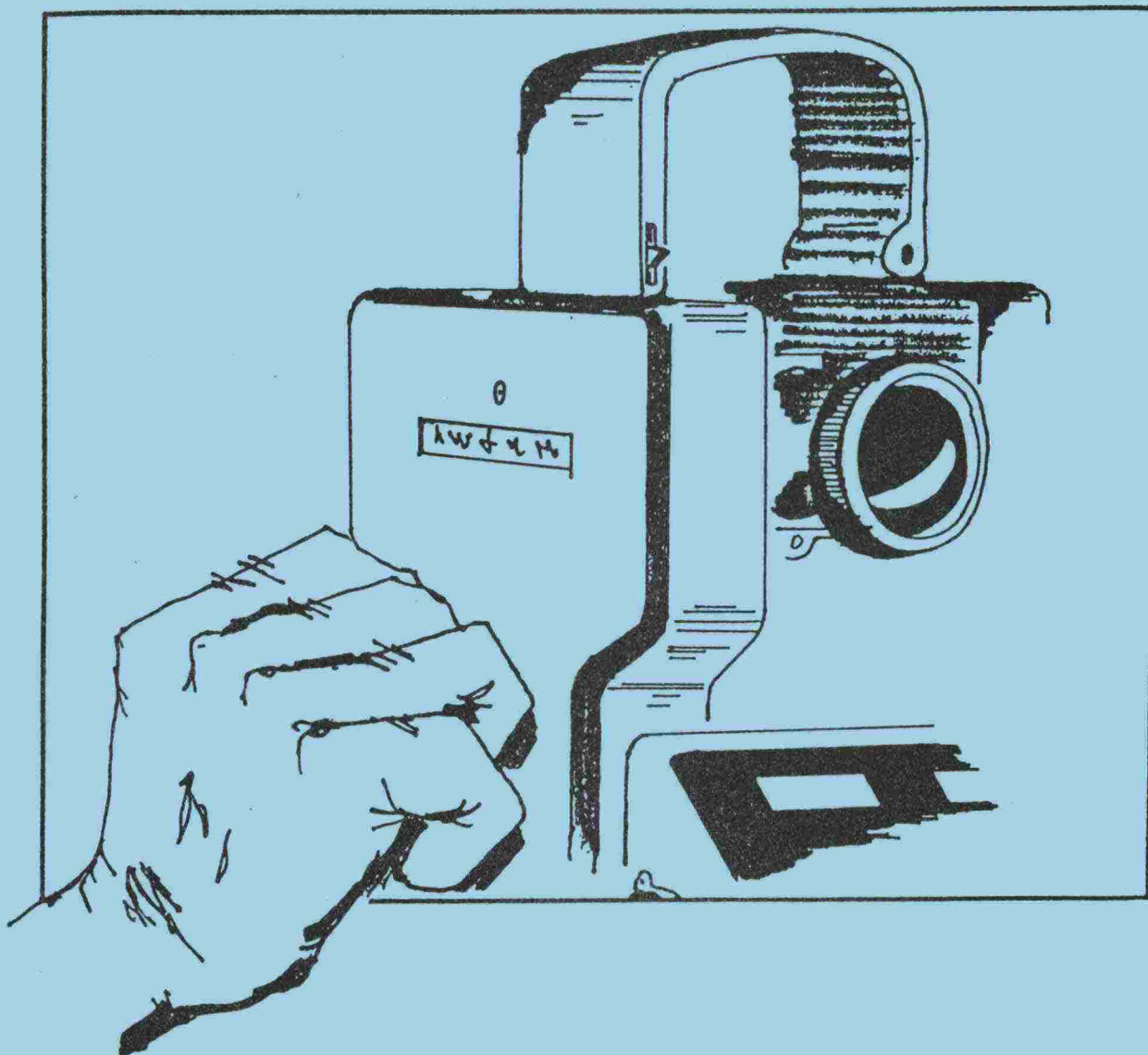
Kontrollimittauksissa tulisi ottaa huomioon se, että tarkistukset on tehtävä tarkkuudeltaan vähintään saman tasoisilla laitteilla kuin paikalleenmittauksissa käytetyt. Kontrollimittausten laitteistolta edellytetään ainoastaan tiedonkeruumahdollisuutta, joten niiden ei välttämättä tarvitse olla yhtä monipuolisia, kuin edellä kuvatut laitekokonaisuudet.

Uuden mittauskaluston käyttöönoton yhteydessä tulee tutkia myös suunnittelutoimialan kaluston käyttömahdollisuudet rakentamismittauksissa.

Tehokkaalla mittauskalustolla on mahdollista palvella useampaa työmaata. Tämä edellyttää kuitenkin harjaantunutta mittausryhmää, jolle on luotu hyvät edellytykset paikasta toiseen liikkumiselle.

TIETYÖMAAN MITTAUKSET

V OSA: TYÖMAAMITTAUSKOULUTUKSEN
JÄRJESTÄMINEN



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
RAKENNUSOSASTO, TIENRAKENNUSTOIMISTO

VIATEK OY

KESÄKUU 1986

V

TYÖMAAMITTAUSKOULUTUKSEN JÄRJESTÄMINEN

SISÄLTÖ

	Sivu
1. MITTAUSALAN HENKILÖSTÖ JA KOULUTUSTARVE TVL:SSÄ	1
2. TYÖMAAMITTAUSTEN ORGANISOINTI TVL:N PIIREISSÄ	4
2.1 Mittausapumiehet	4
3. EHDOTUS TYÖMAAMITTAUSKOULUTUKSEN JÄRJESTÄMISEKSI TVL:SSÄ	5
3.1 Mittausalan yleiskoulutus	5
3.2 Piirin työmaamittauspäivät	5
3.3 Työmaamittausten perusteet	5
3.4 Mittausvälinekohtainen koulutus	5
3.5 Uuden mittaustekniikan erikoiskurssi	5
LIITE 1 Mittausalan koulutuspaikat	

1.

MITTAUSALAN HENKILÖSTÖ JA KOULUTUSTARVE TVL:SSÄ

TVH:n tienrakennustoimiston toimesta tehtiin kysely, jonka avulla selvitettiin työmaamittaustehtävissä olevien henkilöiden määrä, koulutus pohja, ikärakenne, koulutushalukkuus ym. Seuraavassa eräitä mittaushenkilöstön koulutuksen kehittämiseen liittyviä yhteenvetoja kyselytutkimuksen pohjalta.

Kyselyyn vastasi 245 mittaustöissä olevaa henkilöä. Mittausteknikoita ja rakennusmestareita oli tästä joukosta 38, mittaustyönjohtajia 96, vaaitsijoita 84 ja muita 27.

Mittaustyönjohtajien keski-ikä oli huomattavasti muita korkeampi, noin 49 vuotta. Muiden keski-ikä oli noin 35 vuotta.

Vähintään keskikoulun käyneitä oli 33 %.

Teodoliittia joutuu työssään käyttämään 44 %, etäisyysmittaria 15 % ja elektronista takymetriä 1 %.

Työn yhteydessä käyttää ohjelmoitavaa funktiolaskinta 15 % ja mikroy 2 % kaikista mittausalan ammattimiehistä.

Kysely osoittaa, että vaativan mittaustekniikan ja kaluston, kuten elektronisen takymetrin ja mikron, käyttökokemusta löytyy erittäin vähän. Tämä merkitsee huomattavaa koulutustarvetta. Toisaalta joukossa on noin kolmannes vähintään keskikoulun käyneitä, joille tällainen koulutus olisi mahdollista järjestää.

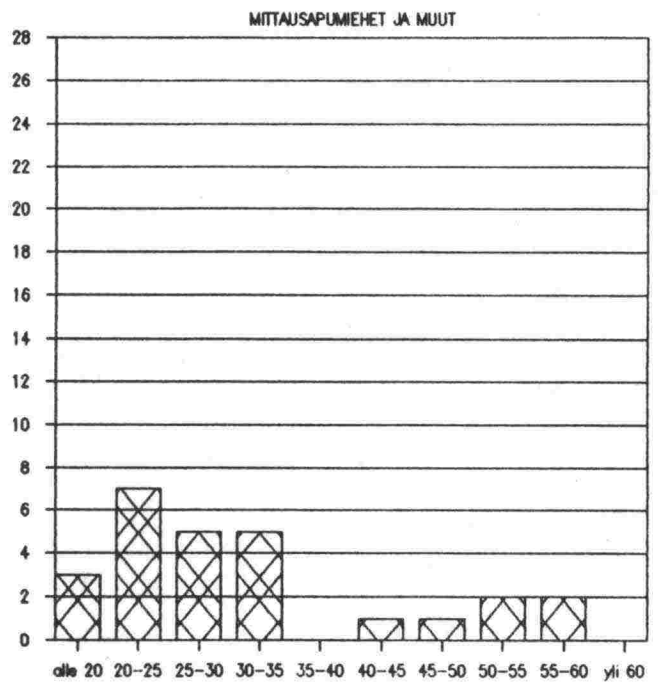
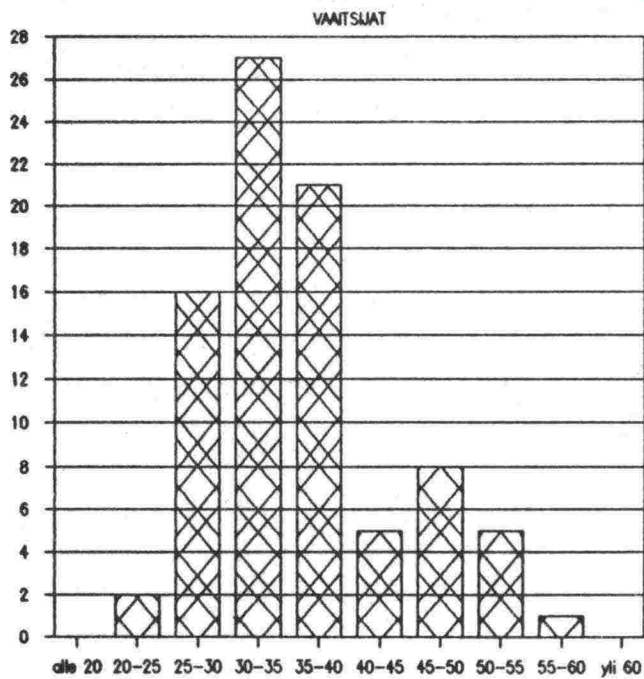
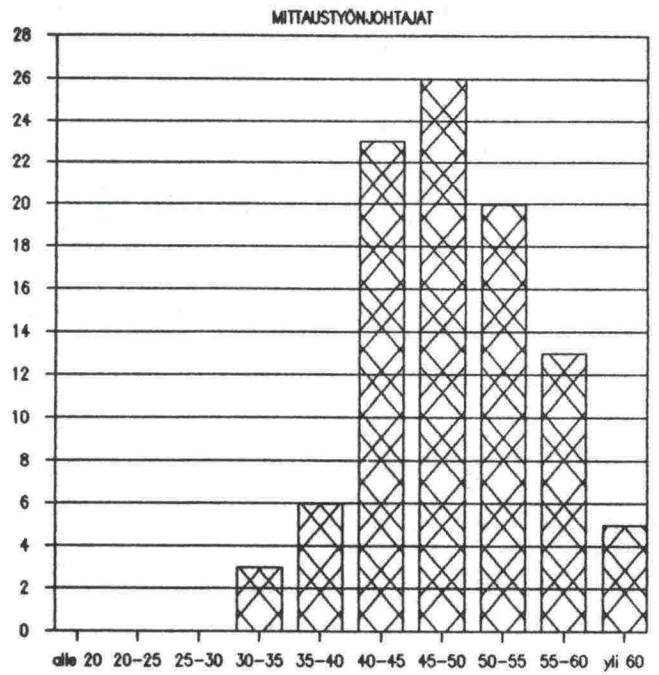
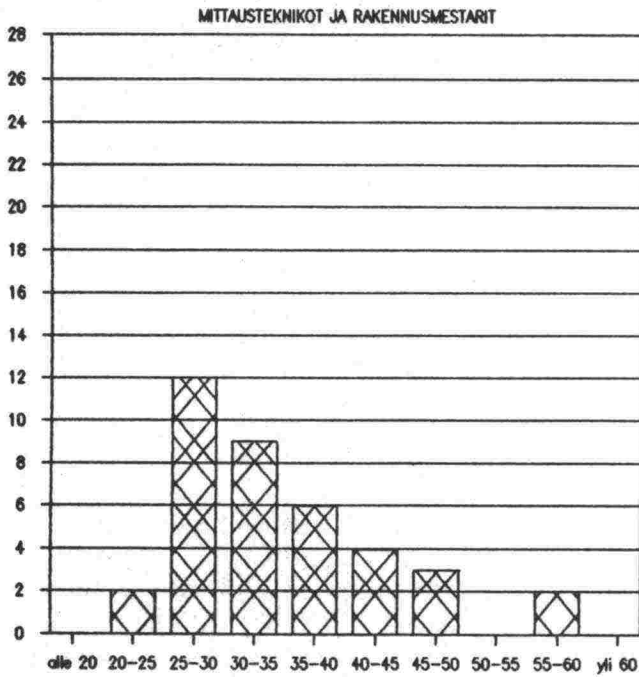
Halukkuutta koulutukseen on varsin runsaasti. Teknikoista ja rakennusmestareista ilmoitti kiinnostuksensa jatkokoulutukseen 90 %, vaaitsijoista 96 % ja muusta mittaushenkilökunnasta 63 %. Mittaustyönjohtajien kiinnostus jatkokoulutukseen oli pienin, 55 %. Heidän osaltaan halukkuuteen vaikuttanee muita selvästi korkeampi keski-ikä.

TVL:N TYÖMAAMITTAUSHENKILÖSTÖ 1986

KOKO MAA

MÄÄRÄ	38	96	84	27	245
KESKI-ikä	35	50	35	32	40
Lukio	12	1	6	4	23
Keski- koulu	14	8	27	8	57
Kansa- koulu	11	85	51	15	162
Tekn.koulu	38	1	6	-	45
Amm.koulu	-	6	16	6	23
Mitt.kurssi	-	43	22	2	67
Muu	1	34	13	2	50
Vaaituskoje	29	95	84	15	223
Teodoliitti	25	35	46	2	108
Et.mitt.	17	3	15	1	36
Elektr.takym.	1	1	1	-	3
Taskulaskin	26	93	80	20	217
Ohj.funktiol.	20	5	11	-	36
Mikro	5	-	-	-	5

TYÖMAAMITTAUSHENKILÖSTÖN IKÄRAKENNE KOKO MAASSA



2. TYÖMAAMITTAUSTEN ORGANISOINTI TVL:N PIIREISSÄ

Kussakin TVL:n piirissä tulisi olla yksi henkilö, joka vastaa kokonaisuutena työmaamittausten kehittamisestä piirin tasolla. Tämä henkilö voi olla työmaamittauksiin erikoistunut mittausteknikko tai muiden tehtävien ohella tehtävään nimetty työpäällikkö.

Työmaatasolla tulee työmaamittausten vetäjänä olla asianmukaisesti koulutettu ja kokenut henkilö. Vaativissa rakennuskohteissa tulee mittaustöistä vastaavalla olla mittausteknikon pätevyys. Vähemmän vaativissa rakennuskohteissa voi mittaustöistä vastata harjaantunut mittaustyönjohtaja tai vaaitsija, jonka työtä valvoo usean rakennuskohteen mittauksista vastaava mittausteknikko tai mittaustöiden erikoiskoulutuksen saanut rakennusmestari.

Mittausryhmän sopiva kokoonpano on useimmiten mittaustyönjohtaja ja vakinainen työmaamittauksiin perehtynyt mittamies. Jos mittaustyö vaatii paljon puutavaran käsittelyä ja muuta työtä, vahvistetaan ryhmää apumiehellä.

2.1 Mittausapumiehet

Tehdyssä kyselyssä tuli vakavana ongelmana esille mittausapumiesten suuri vaihtuvuus ja lyhytaikaiset työsopimukset. Mittaustöiden järjestelyn jatkuvuuden kannalta nykyinen olotila ei ole millään tavoin hyväksyttävä. Tulee päästä riittävän pitkäaikaisiin työsopimuksiin, jotta vältetään jatkuva työmaalla tapahtuva apumiesten koulutus ja voidaan taata kehityskykyisille ja alasta kiinnostuneille apumiehille mahdollisuus kehittää ammattitaitoaan ja siirtyä pysyvästi mittaustehtäviin. Tätä kautta on mahdollisuus saada pätevää ja pysyvää mittamiesainesta TVL:lle.

3. EHDOTUS TYÖMAAMITTAUSKOULUTUKSEN JÄRJESTÄMISEKSI TVL:SSÄ

3.1 Mittausalan yleiskoulutus

Liitteenä olevassa taulukossa on esitetty mitä kaikkea mittausalan opetusta tällä hetkellä annetaan Suomessa eri tasoilla. Tämän peruskoulutuksen hyväksikäyttö valittaessa henkilökuntaa eri mittauksiin tulee ottaa huomioon.

3.2 Piirin työmaamittauspäivät

Työmaamittausten kehittämistä käsittelevässä selvityksessä on tullut esille runsaasti asioita, joiden läpikäynti ja käytännön toimenpiteet vaativat asioiden käsittelyä piirissä. Kussakin piirissä tulisi järjestää yhden päivän mittainen työmaamittauspäivä, johon osallistuisivat työpäälliköt, työmaan päälliköt sekä piirin mittausteknikot. Päivien aikana käydään läpi mittaustöiden kehittämistarve ja tehdään päätöksiä käytännön toimenpiteistä liittyen mittaushenkilökuntaan, koulutukseen, kalustoon, mittausmenetelmiin jne. Tilaisuudessa voi aiheesta alustaa TVH:n luennoitsija.

3.3 Työmaamittausten perusteet

Mittaustyönjohtajille ja vaajitsijoille tulee järjestää parin päivän koulutustilaisuus, jossa käydään läpi mittaustöiden työselitys, tarkkuusvaatimukset, rakentamisen eri vaiheiden merkitsemistekniikka, käytännön työn suoritus jne. Tämä tilaisuus järjestetään piirin toimesta.

3.4 Mittausvälinekohtainen koulutus

Hankittaessa uusia mittausvälineitä kuten takymetrejä tulee hankinnan yhteydessä antaa riittävä koulutus laitteiden käyttöön. Laitteiden käyttöönoton perustana on riittävä mittausalan peruskoulutus. Näin taataan edellytykset uuden mittaustekniikan tehokkaaseen omaksumiseen.

3.5 Uuden mittaustekniikan erikoiskurssi

Sille piirin työmaamittaushenkilöstölle, jolla ei ole riittävää peruskoulutusta - lähinnä mittaustekniikan pätevyyttä - ja jotka on tarkoitus asettaa uusimman mittaustekniikan tehtäviin tulee antaa mittausalan erikoiskoulutus. Tässä koulutuksessa opeteltaisiin takymetripohjaisen mittaustekniikan käyttö sekä koordinaattipohjaisen suunnitelmätiedon käsittely ja mikrotietokoneen käyttö. Koulutus annettaisiin ammatillisissa kurssikeskuksissa. Kurssi kestäisi usean kuukauden.

Koulutus olisi niin perusteellista että koulutusjakson jälkeen pysyisivät siihen osallistuneet soveltamaan uusinta työmaamittaus-tekniikkaa sekä levittämään tämän tekniikan käyttöä omassa piirissään.

Mittausalan täydennyskoulutusta voidaan antaa useammissa ammatillisissa kurssikeskuksissa. Kyseeseen tulevat lähinnä ne kurssikeskukset, joissa mittausalan koulutusta jo nyt järjestetään runkokurssien tai erilliskurssien muodossa. Tällaisia oppilaitoksia ovat Kouvolan, Turun, Leivonmäen ja Rovaniemen ammatilliset kurssikeskukset sekä pääkaupunkiseudun ammatillinen kurssikeskus, jossa tällaista erillistä koulutusta on joskus aikaisemminkin järjestetty. Myös teknilliset oppilaitokset voivat järjestää erilaisia kursseja.

Koulutuksen järjestäminen on TVL:n kannalta edullista, koska ammattikasvatushallitus osallistuu huomattavalla panoksella koulutuksen kustannuksiin.

Kurssitoiminnan kustannuksista ammattikasvatushallitus (AKH) maksaa noin 85 % ja kurssin tilaaja loput 15 %. Kurssin kustannuksiin voidaan sisällyttää myös kurssin valmistelevat työt, kuten opetusohjelman laatiminen ja opettajien hankkiminen.

Anomus kurssin järjestämiseksi jätetään asianomaisen ammatillisen kurssikeskuksen johtokunnalle. Johtokunnat kokoontuvat yleensä noin kerran kuukaudessa. Varsinainen anomus on vapaa-muotoinen, mutta sen tulisi sisältää tiedot siitä, keille ja milloin kurssi järjestetään sekä kurssin ohjelmarunko.

Kurssikeskuksen johtokunta anoo ammattikasvatushallitukselta luvan kurssiin järjestämiseksi ja määrärahan. Tässä anomuksessa tulee olla kurssin tarkka kustannusarvio sekä kurssin ohjelma.

Kurssin opettajat valitaan tapaus kerrallaan siten, että saadaan mahdollisimman sopivat henkilöt. Opettajina voivat toimia joko kurssikeskuksen vakinaiset opettajat tai henkilöitä kurssikeskuksen ulkopuolelta.

Kunkin kurssikeskuksen kanssa on erikseen neuvoteltava mahdollisen majoituksen järjestämisestä. Kurssikeskuksella on majoitustiloja, mutta ne on tarkoitettu lähinnä kurssikeskuksen säännöllisten kurssien oppilaille.

MITTAUSALAN KOULUTUS

A. Ammattikoulutus

	Pohjakoulutus	Oppiaika	Aloituspaikkoja (-85)
<u>Hämeenlinnan Ammattikoulu</u> , Hämeenlinna, maanmittaus- tekniikan osasto, kartoittaja	YO	2 v	12
<u>Kainuun keskusammattikoulu</u> , Kajaani, maanmittaus- ja kartoitusosasto, kartoittaja	KE/PE	2 v	16
<u>Keski-Suomen keskusammattikoulu</u> , Jyväskylä, kartoitus- ja piirustusosasto, kartoittaja	KE/PE	3 v (yleisjakso 1 v + erik.linja 2 v) (36)	
<u>Lapin ammattikoulu</u> , Rovaniemi, maanmittaustekniikan osasto, kartoittaja	YO	2 v	16 (-84)*)
<u>Mikkelin ammattikoulu</u> , Mikkelä, kartoitusosasto, kartoittaja	KE/PE	2 v	16 (-84)*)
<u>Myyrmäen ammattikoulu</u> , Vantaa, maanmittaus- ja kar- toitusosasto, kartoittaja	KE/PE	3 v (Yleisjakso 1 v + erik.linja 2 v) (12)	
<u>Pohjois-Karjalan keskusammattikoulu</u> , Joensuu, piirustus- osasto, kartoittaja	KE/PE	1,5	12 (-84)*)
<u>Turun teknillinen ammattikoulu</u> , Turku, piirustusosasto, kartoittaja	KE/PE	3 v	12 (-83)**)
<u>Österbottens centralyrkesskola</u> , Vaasa, kartläggare	KE/PE	2 v	12 (-84)*)

Opetus: Yleisissä ammattikouluissa annetaan eri alojen käytännöllistä ja tietopuolista opetusta. Ammattitaitoiselta työntekijältä vaadittavan pätevyyden ammattikoulun suorittanut saa-
vuttaa hankittuaan koulun jälkeen työkokemusta.

B. Teknikkokoulutus

1. Maanmittaustekniikka

	Pohjakoulutus	Oppiaika	Aloituspaikkoja (-86)
<u>Helsingin teknillinen oppilaitos</u> , Helsinki	KA/PE	3 v	30
<u>Mikkelin teknillinen oppilaitos</u> , Mikkelä	YO	3 v	30 ***)
<u>Rovaniemen teknillinen oppilaitos</u> , Rovaniemi	KA/PE	3 v	20
<u>Vasa tekniska läroanstalt</u> , Vaasa, lantmätarteknik		3 v	17

*) Joka toinen vuosi
 **) Joka kolmas vuosi
 ***) Joka kolmas vuosi ei uusia oppilaita

2. Yhdyskuntatekniikka

Helsingin teknillinen oppilaitos, Helsinki
Hämeenlinnan teknillinen oppilaitos, Hämeenlinna
Kuopion teknillinen oppilaitos, Kuopio
Oulun teknillinen oppilaitos, Oulu
Rovaniemen teknillinen oppilaitos, Rovaniemi
Seinäjoen teknillinen oppilaitos, Seinäjoki
Tampereen teknillinen oppilaitos, Tampere
Turun teknillinen oppilaitos, Turku
Vaasan teknillinen oppilaitos, Vaasa
Wärtsilän teknillinen oppilaitos, Joensuu

Pohjakoulutus

Oppiaika

Aloituspaikkoja (-86)

KA/PE	3 v	30
KA/PE, YO	3 v, 2,5 v	25
KA/PE, YO	3 v, 2,5 v	30
KA/PE, YO	3 v	30
KA/PE	3 v	20
KA/PE	3 v	15
KA/PE, YO	3 v, 2,5 v	30
KA/PE, YO	3 v, 2,5	25
KA/PE, YO	3 v, 2,5	15
KA/PE	3 v	15

C. Insinöörikoulutus

1. Yhdyskuntatekniikka

Kuopion teknillinen oppilaitos, Kuopio
Lappeenrannan teknillinen oppilaitos, Lappeenranta
Oulun teknillinen oppilaitos, Oulu
Tampereen teknillinen oppilaitos, Tampere
Turun teknillinen oppilaitos, Turku
Wärtsilän teknillinen oppilaitos, Joensuu

Pohjakoulutus

Oppiaika

Aloituspaikkoja (-86)

KE/PE, YO	4 v, 3,5	30
YO	3,5 v	25
KE/PE, YO	4 v, 3,5 v	30
KE/PE, YO	4 v, 3,5	25
YO	3,5 v	15
KE/PE, YO	4 v, 3,5 v	30

D. Korkeakoulut

1. Maanmittauksen koulutusohjelma

Teknillinen korkeakoulu, Espoo

Geodesia (n. 65 ov), fotogrammetria (n. 35 ov)

2. Rakennus-/rakentamistekniikan koulutusohjelma

2.1 Yhdyskuntatekniikan suuntautumisvaihtoehto

Oulun yliopiston teknillinen tiedekunta, Oulu

Geodesian perus- (1,5 ov) ja jatkokurssi (3,5 ov)
sekä fotogrammetria (2,0 ov)

Tampereen teknillinen korkeakoulu, Tampere

Mittaustekniikka (2 - 5 ov)

Teknillinen korkeakoulu, Espoo

2.2 Maa- ja vesitekniikan suuntautumisvaihtoehto

Teknillinen korkeakoulu, Espoo

Maanmittauksen koulutusohjelmassa (TKK) opiskellaan sekä mittaus- ja kartoitustekniikkaa että maankäytön suunnittelua.

Koulutusohjelman ammatilliseen tehtäväalueeseen kuuluvat fotogrammetrian, geodesian, kartografian, maankäytön suunnittelun, kiinteistöarvioinnin, kiinteistötoimitusten, kiinteistöhallinnon sekä yhdyskuntatekniikan ja näiden alojen oikeudellisten perusteiden tuntemusta edellyttävät tehtävät yhteiskunnan palvelu-, suunnittelu- ja tuotantotoimintojen, ope-
tuksen sekä tutkimuksen alalla. Toimipaikat ovat valtion ja kuntien hallinnossa, kuntainlii-
toissa sekä julkisen ja yksityisen palvelutoiminnan alalla.

Yhdyskuntatekniikassa (TKK, OY, TTK) perehdytään mm. tie- ja liikennetekniikkaan.

Maa- ja vesitekniikan (TKK) suuntautumisvaihtoehdossa perehdytään mm. maa-, tie-, ja
vesirakenteiden suunnitteluun ja toteuttamiseen.

E. Kurssit	Oppiaika
1. Runkokurssit	
<u>Kouvola</u> ammatillinen kurssikeskus, Kouvola mittausmieskurssi I - IV	3 kk + 3 kk + 3 kk + esimiesjakso 3 kk
<u>Turun</u> ammatillinen kurssikeskus, Turku mittausmieskurssi	12 kk
2. Erilliskurssit 1984-85	
<u>Leivonmäen</u> ammatillinen kurssikeskus, Leivonmäki, maarakennuskoneen kuljettajan mittauskurssi	n. 4 kk (syksy -84)
<u>Rovaniemen</u> ammatillinen kurssikeskus, Rovaniemi, mittausmieskurssi	(kesä -85)

Työllisyyskoulutus on kurssimuotoista ammatillista koulutusta, jota järjestetään työvoima- ja ammattikasvatusviranomaisten yhteistyönä. Työllisyyskoulutus on tarkoitettu pääasiassa jo työelämässä oleville aikuisille, jotka tarvitsevat koulutusta saadakseen ammatin tai parantaakseen ammattitaitoaan.

Esimerkiksi Turun AKK:n järjestämän kurssin tavoitteena on, että oppilas kurssin suoritettuaan osaa suorittaa optisilla ja elektronisilla välineillä maan- ja talonrakennustöissä esiintyvät tavallisimmat mittaukset, paalutukset ja kartoitukset ja osa tulkita atk-tulokset sekä laskea tavallisimmat geodeettiset laskut ja osaa toimia mittausryhmän esimiehenä. Alan aikaisempi työkokemus katsotaan eduksi.

F. Muita koulutusmahdollisuuksia

Oppisopimuskoulutuksella voidaan kouluttaa myös mittamiehiä (yhdyskuntatekniikka). Ammattikasvatushallitus on vahvistanut tähän oppiohjelman. Oppisopimus on oppilaan ja työnantajan välinen sopimus. Oppiajasta on työnopetusta 80-90 %. Tietopuolisen opetuksen antaa ammatillinen oppilaitos tai kurssikeskus kursseillaan.

Puolustusvoimat antaa mittausalan koulutusta varusmiehille mittauspatteristossa Niinisalossa. Lisäksi Puolustusvoimilla on topografikunta, Puolustusvoimien karttalaitos, jossa on pääasiassa vaikkinaista henkilökuntaa, mutta jossa osa mittauspatteriston varusmiehistä on kesäaikaisin apumiehinä.

G. TVL:n koulutus (1984 - 87)

1. TVL:n mittaus- ja kiinteistötekniikan kurssi

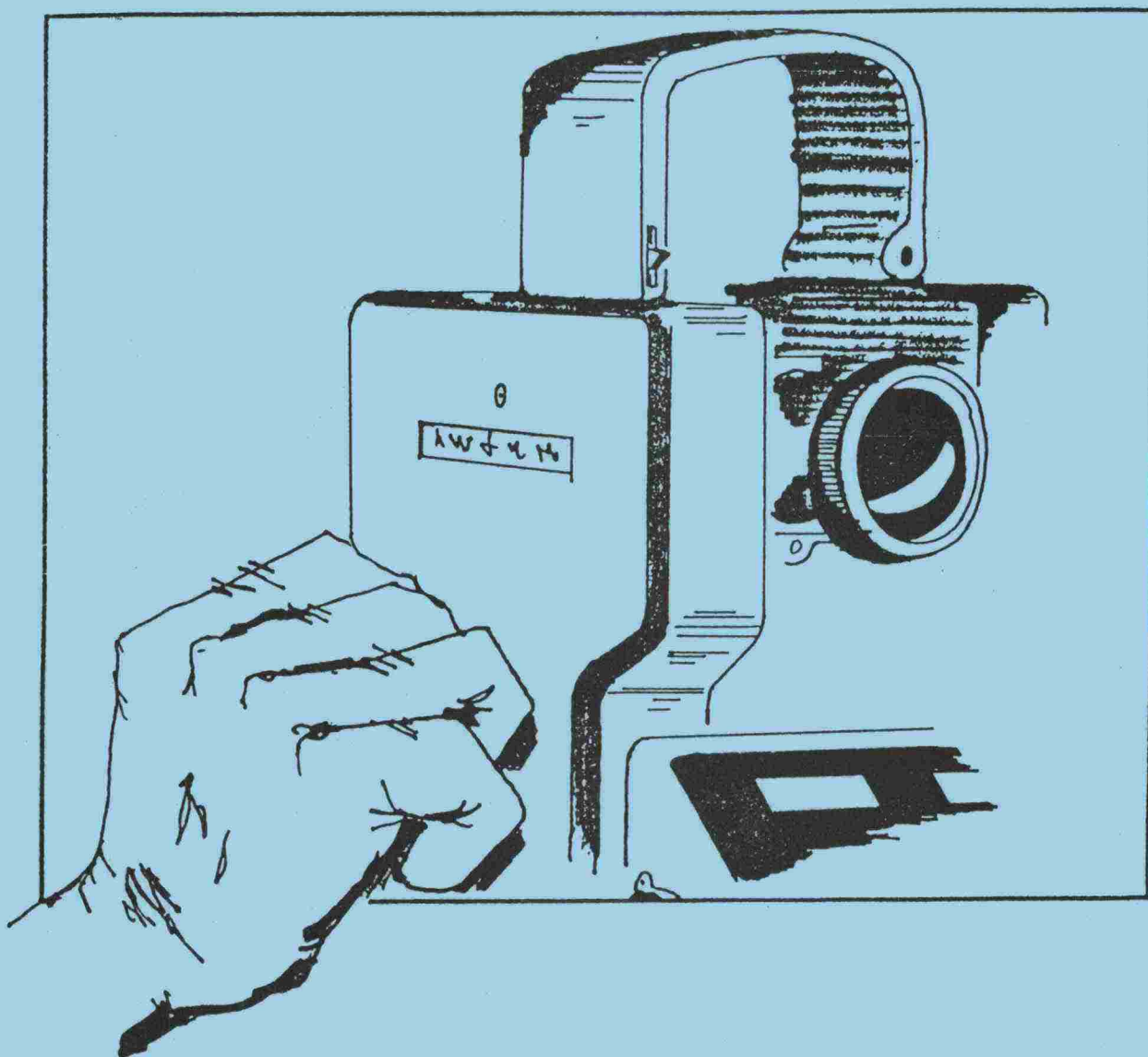
Kesto: 3 päivää
Sisältö: Runkomittaukset, kartoitukset ja kiinteistömittaukset, atk-sovellutukset
Aika: 12.-14.3.1984, kevät 1986
Osanottajat: Piirien mittaus- ja kiinteistötekniisiä tehtäviä hoitavat insinöörit, mittausteknikot ja rakennusmestarit, n. 30 henk.

2. Mittaustyönjohtajien kurssi

Kesto: 2 päivää
Sisältö: Toimituskarttojen laadintaohjeet tiekuvaukset ja niihin liittyvät maastotyöt, tie- ja sillanrakentamisen, mittaustehtävät, pienoistietieslaskinten käyttö ja ohjelmointi.
Aika: 5.-6.2.1985 (Etelä-Suomi), 12.-13.2.1985 (Pohjois-Suomi), kevät 1987
Osanottajat: Mittaustyönjohtajat n. 40 henk.

TIETYÖMAAN MITTAUKSET

VI OSA: TVL:N TYÖMAAMITTAUSHENKILÖSTÖN
KYSELYN TULOKSET



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
RAKENNUSOSASTO, TIENRAKENNUSTOIMISTO

VIATEK OY

KESÄKUU 1986

VI

TVL:N TYÖMAAMITTAUSHENKILÖSTÖN
KYSELYN TULOKSET

SISÄLTÖ

		Sivu
1.	YLEISTÄ	1
2.	HENKILÖSTÖN NYKYINEN KOULUTUS	2
3.	MITTAUS- JA LASKENTAKALUSTON KÄYTTÖ	2
4.	HENKILÖSTÖN IKÄRAKENNE	2
5.	MITTAUSTÖIDEN ONGELMAT JA PARANNUS- EHDOTUKSET	2
5.1	Yleistä	2
5.2	Mittaushenkilöstön ammattitaito	3
5.3	Mittauskalusto ja työmenetelmät	3
5.4	Työskentelyolosuhteet	4
6.	HALUKKUUS JATKOKOULUTUKSEEN	4
LIITE 1	Yhteenveto nykyisestä koulutuksesta ja mittauskaluston käytöstä	
LIITE 2	Yhteenveto ongelmista ja parannusehdotuksista	
LIITE 3	Henkilöstön ikärakenne piireittäin	
LIITE 4	Henkilöstön ikärakenne henkilöryhmittäin koko maassa	
LIITE 5	Kyselylomake	

1. YLEISTÄ

Kyselyn tarkoituksena oli toisaalta selvittää henkilöstön nykyistä koulutustasoa, ikärakennetta ja työmailla käytössä olevia mittausvälineitä, sekä toisaalta kartoittaa mittauksissa havaittuja ongelmia, ehdotuksia niiden korjaamiseksi ja halukkuutta osallistua mittausalan koulutukseen. Kyselykaavake on liitteenä 1.

Mittaushenkilöstö jaettiin seuraaviin ryhmiin:

- mittausteknikot ja -rakennusmestarit (38 kpl)
- mittaustyönjohtajat (96 kpl)
- vaaitsijat (84 kpl)
- mittaustyöntekijät ja muut (28 kpl).

Kyselylomake jaettiin kaikkiaan 263 henkilölle, joista vastaamatta jätti 17. Vastausprosentti on näin ollen 93,5 %.

Yhteenvedo kyselyn alkuosan tuloksista on liitteessä 2.

2. HENKILÖSTÖN NYKYINEN KOULUTUS

Lukion käyneitä oli koko maan henkilöstöstä 9,3 %, keski- tai peruskoulun käyneitä 23,2 ja kansakoulun käyneitä 65,9 %. 1,6 % ei ilmoittanut peruskoulutustaan.

Eri henkilöryhmissä vastaavat luvut ovat seuraavat:

Henkilö- ryhmä	Osuus koko maan henkilöstöstä		
	Lukio	Keski- aste	Kansa- koulu
Mitt.tekn., rkm.	4,9	5,7	4,5
Mitt.työnjoht.	0,4	3,3	34,6
Vaaitsijat	2,4	11,0	20,7
Mitt.työnt.	1,6	3,3	6,1

Ammatillinen koulutus jakaantui seuraavasti:

-	teknillinen koulu	18,3 %
-	ammattikoulu	11,4 %
-	mittauskurssi	27,2 %
-	muu	20,3 %.

Vastaaajista 22,8 % ei ollut ilmeisesti saanut ollenkaan ammatillista koulutusta. Teknillisen koulun käyneistä 84,4 % lukeutui ryhmään "mittausteknikot ja -rakennusmestarit". Mittauskurssin keskipituus oli 4,6 kk. Muu koulutus oli lähinnä TVL:n työnjohtokoulutusta sekä kartoituskursseja.

3.

MITTAUS- JA LASKENTAKALUSTON KÄYTTÖ

Vaaituskojetta käyttää työssään 90,7 % henkilöstöstä, teodoliittia 43,9 % ja etäisyysmittaria 14,6 %. Elektronista takymetriä ilmoitettiin käyttävänsä 1,2 %.

Taskulaskinta käyttää 88,2 % henkilöstöstä, ohjelmoitavaa funktiolaskinta 14,6 % ja mikrotietokoneella 2,0 %.

4.

HENKILÖSTÖN IKÄRAKENNE

Koko maan henkilöstön keski-ikä on tällä hetkellä 40,1 vuotta. Vanhinta henkilöstöä on Pohjois-Karjalassa, keski-ikä 47,8 vuotta, ja nuorinta Uudellamaalla, keski-ikä 33,4 vuotta. Nuorimpia ovat mittaustyöntekijät ja vanhimpia mittaustyönjohtajat. Keski-ikä henkilöryhmittäin ovat seuraavat:

- mittausteknikot ja -rakennusmestarit 34,3 v.
- mittaustyönjohtajat 49,1 v.
- vaajtsijat 35,2 v.
- mittaustyöntekijät ja muut 31,6 v.

Mittausteknikoiden ja -rakennusmestarien keski-ikä vaihtelee piireittäin välillä 28,5 - 44,0 vuotta. Selvästi vanhin ryhmä on mittaustyönjohtajat, joiden keski-ikä vaihtelee välillä 40,7 - 55,5 vuotta. Vanhimmat työnjohtajat ovat Lapin piirissä. Vaajtsijoiden keski-ikä on 29,0 - 42,5 vuotta ja vanhimmat ovat Pohjois-Karjalan piirissä. Mittaustyöntekijöiden keski-ikä on välillä 22,0 - 49,0.

Henkilöstön ikärakenne piireittäin ja henkilöryhmittäin on esitetty liitteessä 3 ja koko maan ikärakenne henkilöryhmittäin liitteessä 4.

5.

MITTAUSTÖIDEN ONGELMAT JA PARANNUSEHDOTUKSET

5.1

Yleistä

Kyselyssä tiedusteltiin ongelmia mittaustöissä yleensä ja erityisesti talvella. Lisäksi tiedusteltiin keinoja poistaa mittaustöiden ongelmia. Vastaukset voitiin jakaa kolmeen, selvästi toisistaan erottuvaan ryhmään. Nämä ovat ammattitaitoon liittyvät asiat, mittauskalustoon ja työmenetelmiin liittyvät asiat sekä työoloihin liittyvät asiat. Liitteessä 5 on yhteenveto kyselyn mielipideosan tuloksista.

5.2

Mittaushenkilöstön ammattitaito

Suurimpana ongelmana vastausten perusteella voidaan pitää mittaushenkilöstön puutteellista ammattitaitoa, joka on monen eri osatekijän summa. Noin 100 vastaajaa (yli 40 %) oli tavalla tai toisella huolissaan ammattitaidosta tai siihen suoranaisesti liittyvistä tekijöistä.

Mittaushenkilöstön vaihtuvuus on yksi suurimmista ammattitaidon tasoon vaikuttavista ongelmista.

Nykyisen käytännön mukaan työmaan alkaessa palkataan mittaus-työntekijät yleensä lähiseudun vapaasta työvoimasta, usein työtömyyskortistosta. Tämä aiheuttaa toistuvaa perusasioiden opettelua, joka yleensä ajoittuu lisäksi muutenkin kiireiseen aloitusvaiheeseen. Työsopimus tehdään määräajaksi eli rakennustyön kestoajaksi. Tästä aiheutuu ongelmia mittaus-työntekijöiden työmotivaatiolle, joka välttämättä muutenkaan ei ole korkealla. Työmaan loputtua joudutaan apumiehet sanomaan irti juuri kun nämä ovat työnsä oppineet. Siirrot muille työmaille eivät yleensä tule kysymykseen.

Mittausalan keho palkkaus on myös tärkeä tekijä, jolla on suoranainen vaikutus ammattitaitoisen työvoiman hakeutumiselle työmaille.

Parannuskeinoksi ehdotettiin nuorten ja kehityskelpoisten apumiesten ottamista vakituisiksi työntekijöiksi. Näin voitaisiin koota vakituisia mittaryhmiä, joiden ammattitaitoa pidetään yllä tehokkaalla koulutuksella. Tämä on myös edellytyksenä uuden mittauskaluston käyttöönotolle.

5.3

Mittauskalusto ja työmenetelmät

45 vastaajan mielestä (18,3 %) työmaille käytettävä mittauskalusto on vanhentunutta. Eniten tästä olivat huolissaan mittaus-työnjohtajat ja vaajitsijat. 33 vastaajan mielestä tienrakennustyömaille tulisi hankkia uutta mittauskalustoa. Yleensä kaivattiin etäisyydenmittauskalustoa. Myös laskentavälineistä oli jonkin verran puutetta.

15 % (37 kpl) vastaajista piti työmaille tulevia suunnitelmia puutteellisina tai epätarkkoina. Tämän vuoksi joudutaan työmaalla tekemään täydentäviä laskentoja, usein ilman sopivia laskentavälineitä. 16 vastaajaa halusi nykyistä mittataulukkoa ja tähtäysmerkkilaskentaa kehitettävän tai suunnitelmia tuotettavan koordinaatteina. Myös vapaan kojeaseman käytön mahdollisuutta kaivattiin.

30 vastaajaa (12,2 %) oli huolissaan mittaus-työiden ajoituksesta. Yhdeksän mielestä valmistelevat työt tulisi tehdä sulan maan aikana. Aloitusmittauksiin on yleensäkin liian vähän aikaa, varsinkin, jos tähän vaiheeseen liittyy myös mittausapumiesten koulutusta. Usein työkoneet saapuvat työmaalle lähes yhtäaikaan mittaryhmän kanssa. Myös valvontamittauksiin on liian vähän aikaa (3 vastaajaa). Lisäksi 18 vastaajan mielestä mittaus-työissä on muutoin kiire.

Merkintöjen huonoa säilyvyyttä valitti 21 vastaajaa. Enimmäkseen tämä kysymys sisältyi kuitenkin talviajan ongelmiin, joissa routaa pidettiin hyvin yleisesti vaikeutena paalujen pystytyksessä. Runkopisteiden sijoittelua piti huonona 17 vastaajaa. Pisteet rakennetaan joko liian lähelle rakennettavaa tietä tai liian kauas toisistaan.

Varsinaisia ehdotuksia viimeksi mainittujen ongelmien poistamiseksi tehtiin hyvin vähän. Ehkä merkittävimpiä olivat muutaman vastaajan mielipiteet koko mittaus toiminnan uudelleen organisoinnista piirin tasolla. Lisäksi toivottiin suurimmille työmaille mitausteknikkaa vastaamaan kaikista mittauksista.

5.4

Työskentelyolosuhteet

Talviolosuhteita piti ongelmana yli puolet vastaajista. Muun muassa kylmyys haittaa tarkkaa työskentelyä ja 14 vastaajaa toivoi lämpöhaalareita mittausryhmän käyttöön työnantajan puolesta. Lumi haittaa liikkumista sekä runkopisteiden ja muiden merkintöjen löytämistä. Melu, pöly ja työskentely työkoneiden lähellä olivat ongelma joidenkin vastaajien mielestä. Myös liikenne aiheuttaa haittoja mittauksille (15 vastaajaa).

Mittaryhmän liikkuvuutta tulisi parantaa varaamalla pakettiauto mittauksikäyttöön. Myös radiopuhelimia kaivattiin helpottamaan kommunikointia pitkällä etäisyyksillä.

6.

HALUKKUUS JATKOKOULUTUKSEEN

Suurin osa eli 75,2 % vastaajista ilmoitti olevansa halukas osallistumaan mittausalan koulutukseen, jos sellaista järjestettäisiin. 14,6 % ei ollut kiinnostunut koulutuksesta. Näistä suurin osa ilmoitti syyksi korkean iän. Noin 10 % vastanneista ei ottanut kantaa koulutukseen.

		UUSINAA					TURKU					HAME				
		MITT.					MITT.					MITT.				
		TEKN.	MITT.	VAAIT-			TEKN.	MITT.	VAAIT-			TEKN.	MITT.	VAAIT-		
		RKM.	TJ.	SIJA	MUU	YHT.	RKM.	TJ.	SIJA	MUU	YHT.	RKM.	TJ.	SIJA	MUU	YHT.
MAARA		6	3			9	7	4	6	1	18	3	6	16	6	31
KESKI-ikä		29	40			33	38	50	39	22	40	40	49	36	28	37
KOULUPOHJA	LUKIO	4				4	1		1	1	3				1	1
	KESKIKOULU	2				2	2	1	1		4	2		6	2	10
	KANSAKOULU			3		3	3	3	4		10	1	5	10	3	19
AMMATILLINEN KOULUTUS	TKN.KOULU	6				6	7	1			8	3				3
	AMM.KOULU													5		5
	MITT.KURSSI		2			2		3	1		4		3	5	2	10
	MUU		1			1		1			1		4			4
KAYTETTAVAT	VAAITUSKOJE	3	3			6	7	4	6		17	2	6	16	3	27
MITTAUS-	TEODOLIITTI	4	3			7	4	2	2		8	2	5	12	1	20
LAITTEET	ET.MITTARI	3	1			4	2		1		3	1		3	1	5
	ELEKTR.TAKYM.	1	1			2			1		1					
KAYTETTAVAT	TASKULASKIN	3	2			5	6	4	6	1	17	3	6	16	3	28
LASKENTA-	OHJ.FUNK.LASK	5	2			7	2		1		3	1		1		2
LAITTEET	MIKRO	2				2						1				1

		KYMI					MIKKELI					POHJOIS-KARJALA				
		MITT.					MITT.					MITT.				
		TEKN.	MITT.	VAAIT-			TEKN.	MITT.	VAAIT-			TEKN.	MITT.	VAAIT-		
		RKM.	TJ.	SIJA	MUU	YHT.	RKM.	TJ.	SIJA	MUU	YHT.	RKM.	TJ.	SIJA	MUU	YHT.
MAARA		2	2	4		8	4	11	9	8	32	1	13	2	1	17
KESKI-ikä		36	45	35		38	35	52	35	28	39	35	49	42	49	47
KOULUPOHJA	LUKIO						1	1	1		3	1				1
	KESKIKOULU	1				1	2		3	4	9					
	KANSAKOULU	1	2	4		7	1	10	5	4	19		13	2	1	16
AMMATILLINEN KOULUTUS	TKN.KOULU	2				2	4		2		6	1				1
	AMM.KOULU			2		2		1	1	2	4		2			2
	MITT.KURSSI			3		3		2	2		4		3	2		5
	MUU		1			1		3	1		4		8	1		9
KAYTETTAVAT	VAAITUSKOJE	2	2	4		8	1	11	9	3	24	1	13	2	1	17
MITTAUS-	TEODOLIITTI	2	1	4		7	1	6	6		13	1	1			2
LAITTEET	ET.MITTARI	2		3		5	1	2	3		6	1				1
	ELEKTR.TAKYM.															
KAYTETTAVAT	TASKULASKIN	1	2	4		7	3	9	9	4	25		13	2	1	16
LASKENTA-	OHJ.FUNK.LASK	2		1		3	2	2	1		5	1				1
LAITTEET	MIKRO						1				1					

		KUOPIO					KESKI-SUOMI					VAASA				
		MITT.					MITT.					MITT.				
		TEKN. MITT. VAAIT-					TEKN. MITT. VAAIT-					TEKN. MITT. VAAIT-				
		RKM.	TJ.	SIJA	MUU	YHT.	RKM.	TJ.	SIJA	MUU	YHT.	RKM.	TJ.	SIJA	MUU	YHT.
MAÄRÄ		10	17	2		29	1	7	7	3	18	4	13	7		24
KESKI-ikä		46	34	33		38	44	50	31	35	40	30	44	30		38
KOULUPOHJA	LUKIO			1	1	2			1		1	1		1		2
	KESKIKOULU	3	5			8			3	1	4	2	2	4		8
	KANSAKOULU	7	11	1		19	1	7	3	2	13	1	11	2		14
AMMATILLINEN KOULUTUS	TKN.KOULU						1				1	4		4		8
	AMM.KOULU	1	4			5			2	2	4		1			1
	MITT.KURSSI	3	1			4		4	3		7		11	2		13
	MUU		4			4		4	3		7	1				1
KÄYTETTÄVÄT	VAAITUSKOJE	10	17	2		29		7	7	2	16	4	13	7		24
MITTAUS-	TEODOLIITTI	8	11	1		20	1	2	5		8	2		1		3
LAITTEET	ET.MITTARI						1		2		3	2		1		3
	ELEKTR.TÄKYN.															
KÄYTETTÄVÄT	TASKULASKIN	10	17	2		29		7	6	3	16	3	13	6		22
LASKENTA-	OHJ.FUNK.LASKI	1	1			2	1		1		2	2		1		3
LAITTEET	MIKRO											1				1

[illegible]

		LAPPI					KAIKKI PIIRIT				
		MITT.	TEKN.	MITT.	VAAIT-		MITT.	TEKN.	MITT.	VAAIT-	
		RKM.	TJ.	SIJA	MUU	YHT.	RKM.	TJ.	SIJA	MUU	YHT.
MÄÄRÄ		4	15	3		22	39	96	84	27	245
KESKI-ikä		31	55	30		47	34	49	35	31	40
KOULUPOHJA	LUKIO	1				1	12	1	6	4	23
	KESKIKOULU	2	1	1		4	14	8	27	8	57
	KANSAKOULU	1	14	2		17	11	85	51	15	162
AMMATILLINEN	TKN.KOULU	4				4	38	1	6		45
KOULUTUS	AMM.KOULU							6	16	6	28
	MITT.KURSSI		5			5		43	22	2	67
	MUU		4			4	1	34	13	2	50
KÄYTETTÄVÄT	VAAITUSKOJE	4	15	3		22	29	95	84	15	223
MITTAUS-	TEODOLIITTI	3	5			8	25	35	46	2	108
LAITTEET	ET.MITTARI	1				1	17	3	15	1	36
	ELEKTR.TAKYM.						1	1	1		3
KÄYTETTÄVÄT	TASKULASKIN	3	15	2		20	26	93	80	18	217
LASKENTA-	OHJ.FUNK.LASK.	1		2		3	20	5	11		36
LAITTEET	MIKRO						5				5

Mittausteknikoiden määrä piireittäin:

Uusimaa	2
Turku	1
Häme	1
Kymi	2
Mikkeli	1
Pohjois-Karjala	1
Kuopio	-
Keski-Suomi	1
Vaasa	-
Keski-Pohjanmaa	-
Oulu	-
Kainuu	1
Lappi	-

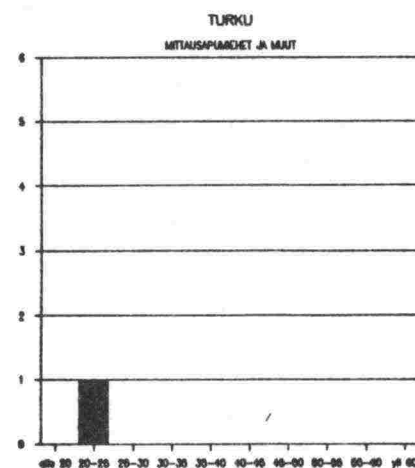
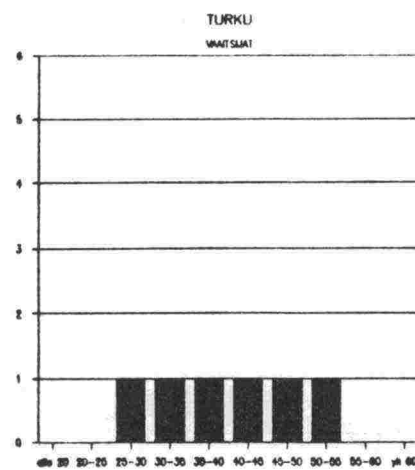
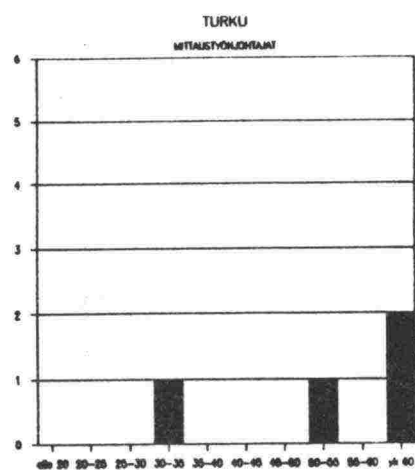
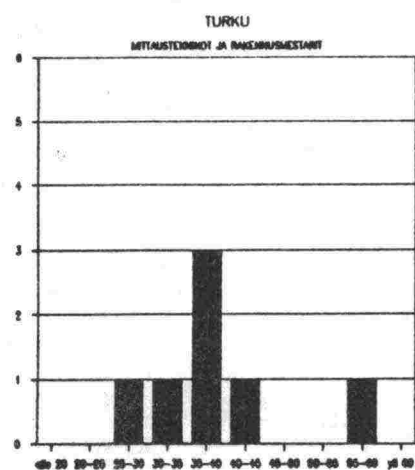
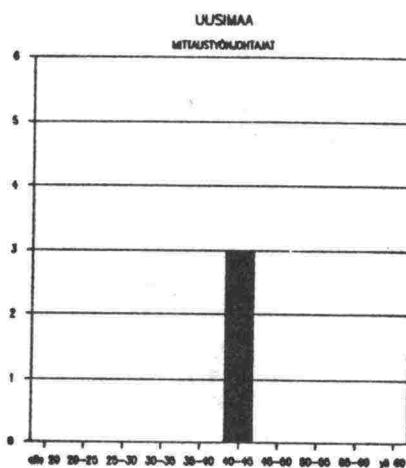
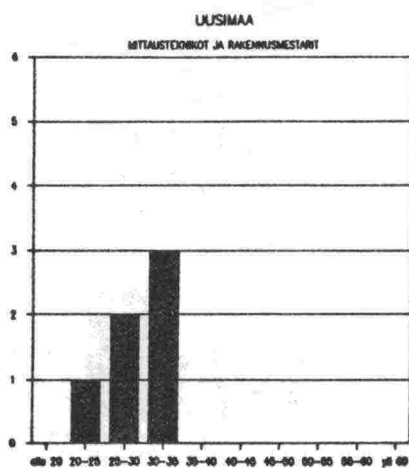
Mittaus- teknikot Rakennus- mestarit	Mittaus- työnjoh- tajat	Vaait- si- jat	Mittaus- työn- tekijät
---	-------------------------------	----------------------	------------------------------

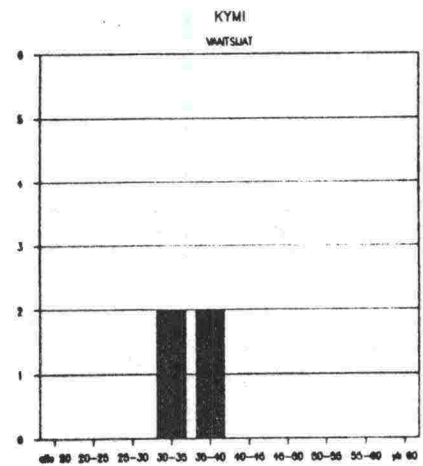
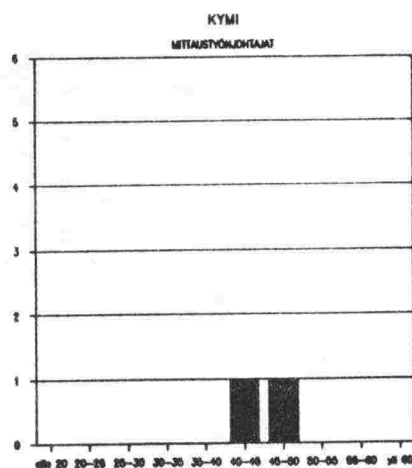
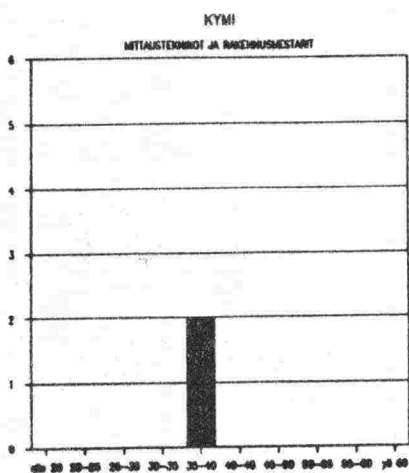
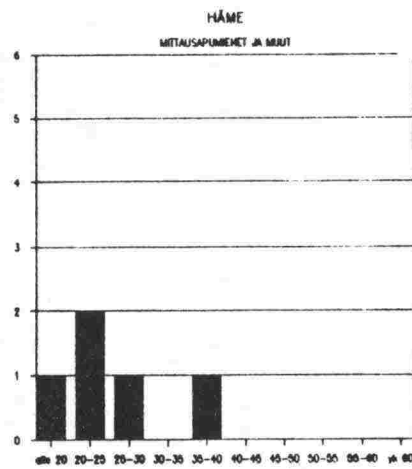
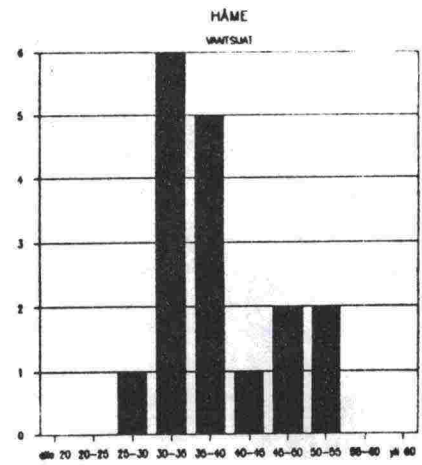
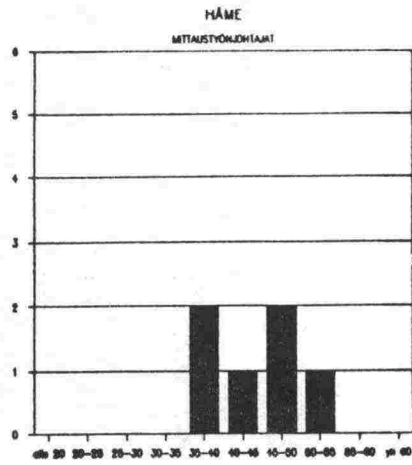
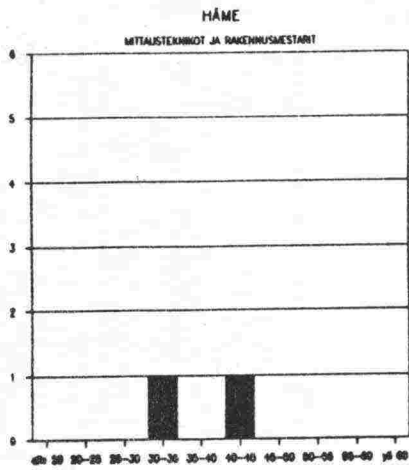
ONGELMAT

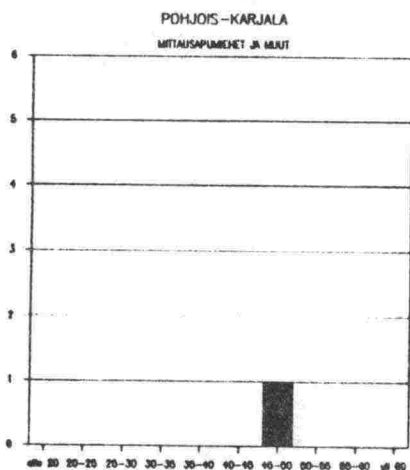
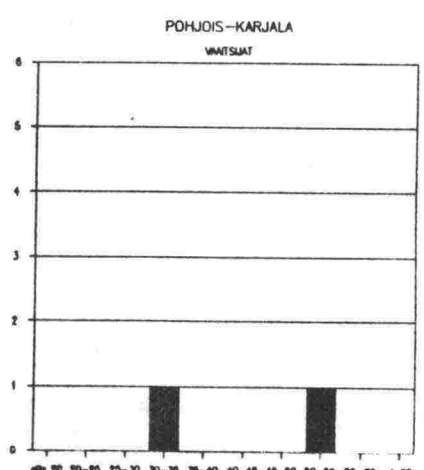
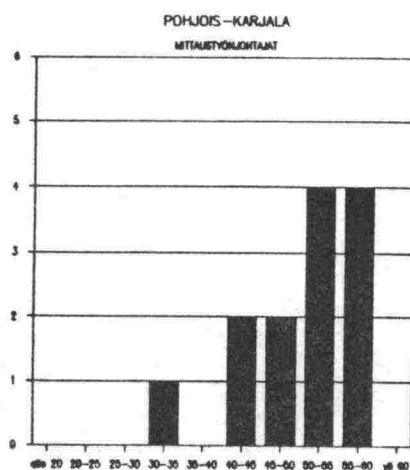
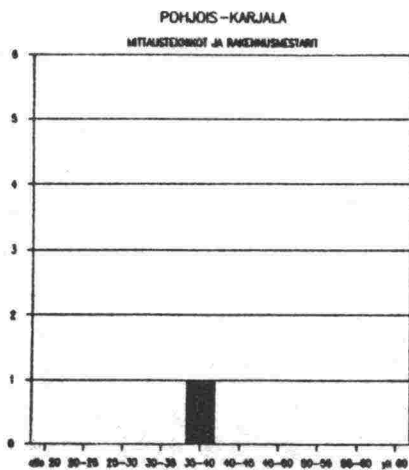
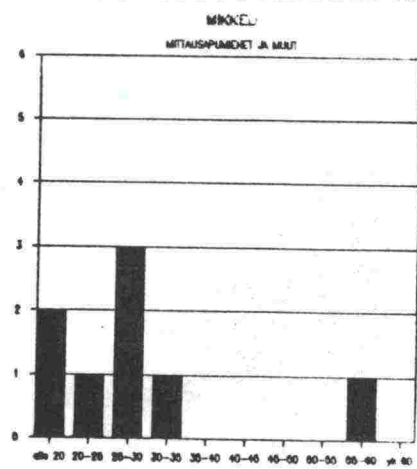
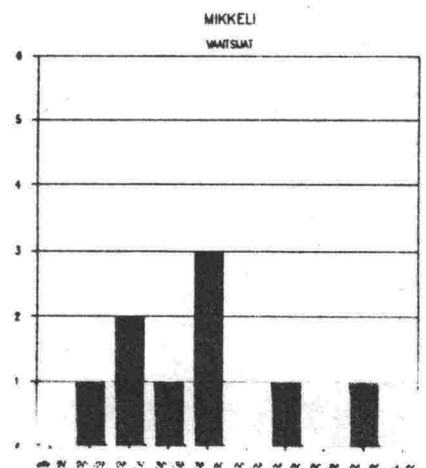
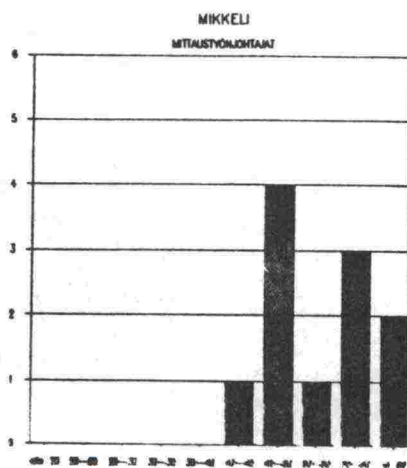
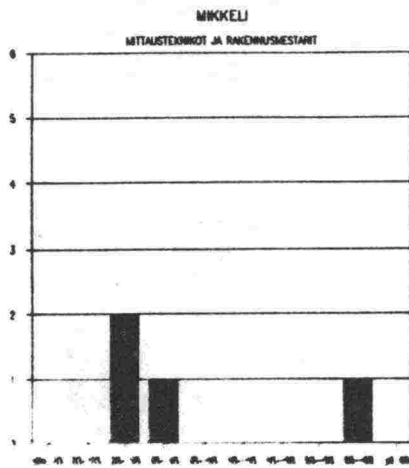
- Vanhentunut mittakalusto	8	25	11	1
- henkilökunnan ammattitaidon puute	4	5	3	-
- talvi: lumi, routa, kylmyys, pimeys	16	61	45	14
- aloitusmittauksiin liian vähän aikaa	1	7	6	1
- epätarkat ja puutteelliset suunnitelmat	11	15	8	3
- merkintöjen säilyvyys maastossa	4	10	6	1
- ajoittainen kiire	2	8	6	2
- liikenne	2	4	8	1
- henkilöstön vaihtuvuus	6	23	15	-
- runkopisteiden sijoittelu	5	9	3	-
- ammattitaitoisen henkilöstön puute	7	8	3	2
- liikkuminen talvella	2	-	-	-
- palkkaus	3	2	2	1
- lyhyet sopimukset	3	-	1	1
- valvontamittauksiin liian vähän aikaa	-	-	3	-
- melu, pöly	-	1	6	-
- talvivarusteiden puute	-	2	2	1
- valmistelutyöt sulan maan aikana	-	6	3	-

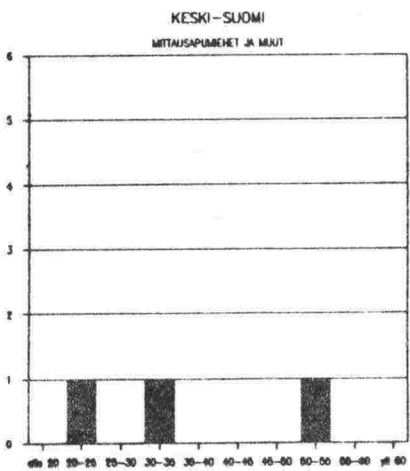
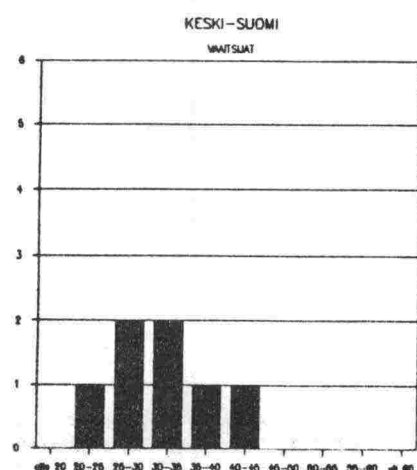
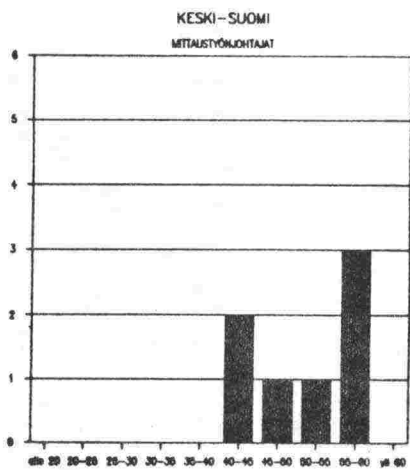
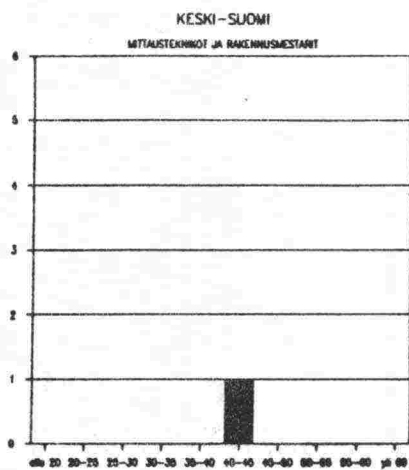
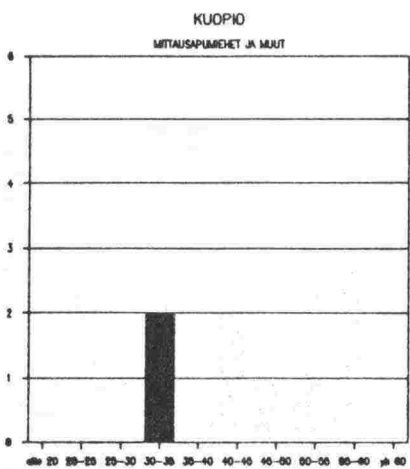
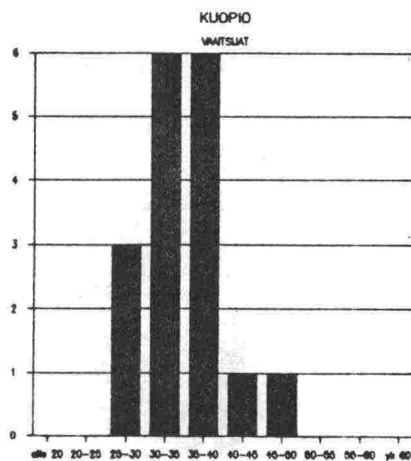
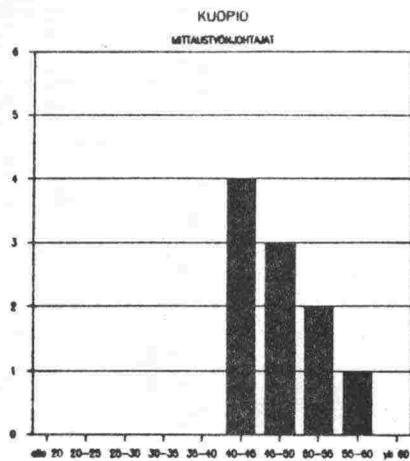
EHDOTUKSET

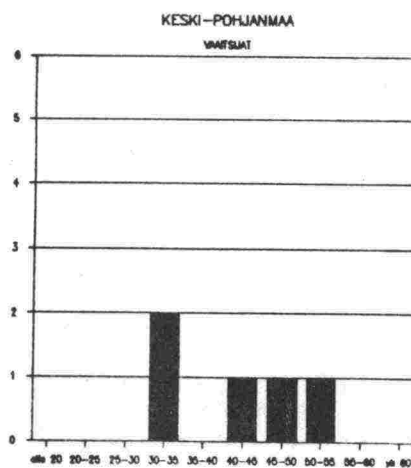
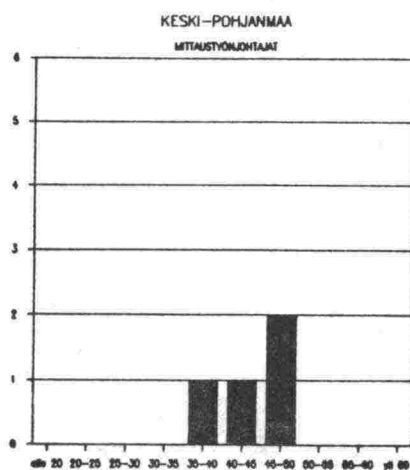
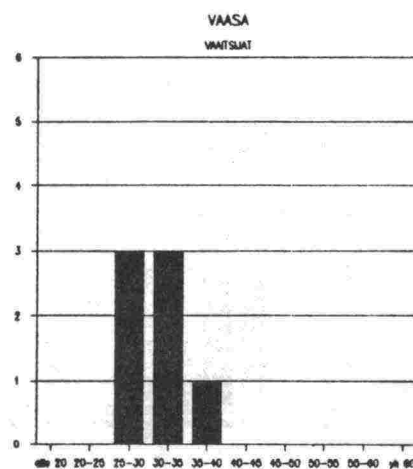
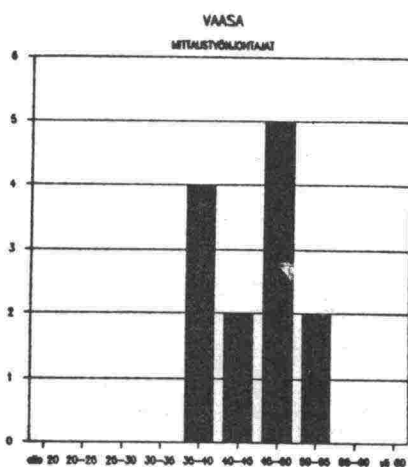
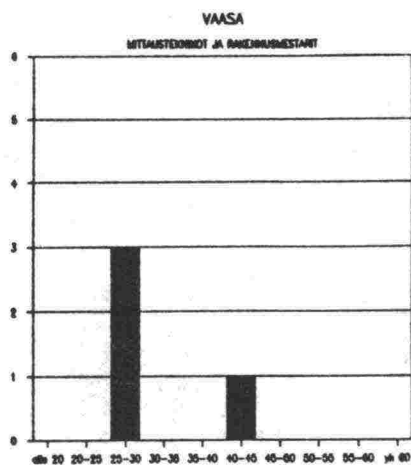
- Koulutusta	5	5	6	3
- hankittava nykyaikaista mittauskalustoa	9	12	8	4
- suunnitelmat koordinaatteina	4	-	-	-
- mittaus tekniikoita suuriin hankkeisiin	1	1	1	-
- valmistelevat työt tehtävä sulan maan aikana	-	6	3	-
- mittataulukon kehittäminen	3	6	3	-
- mittaukset aloitettava ajoissa ennen rakentamista	-	3	-	-
- aputyövoimaa vakinaiseksi	3	5	1	-
- mittausryhmät vakinaisiksi	1	4	1	1
- mittausryhmälle auto	-	5	4	-
- mittaushenkilöstölle lämpöhaalareita	1	3	6	4
- mittaushenkilöstölle radiopuhelimia	1	3	3	1

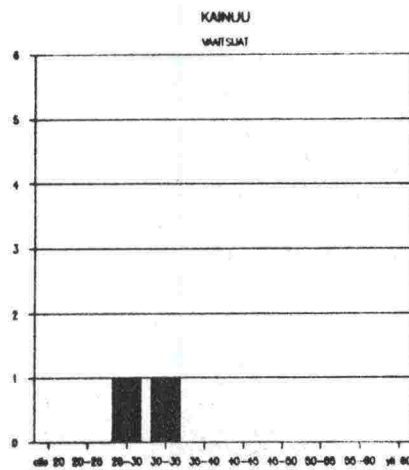
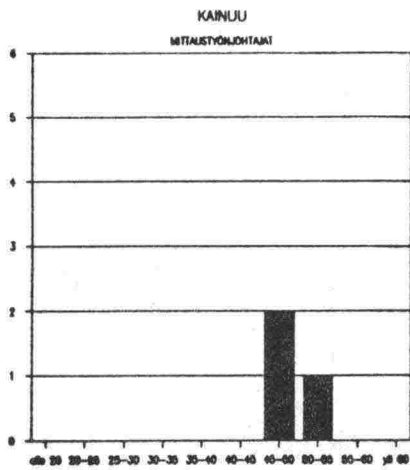
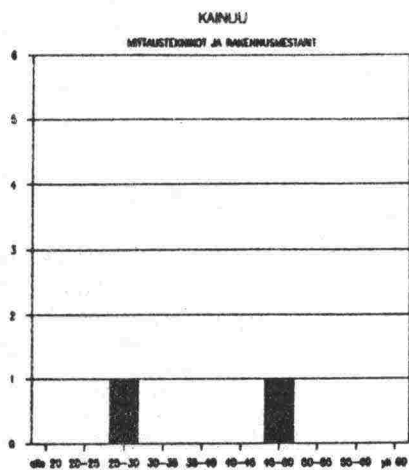
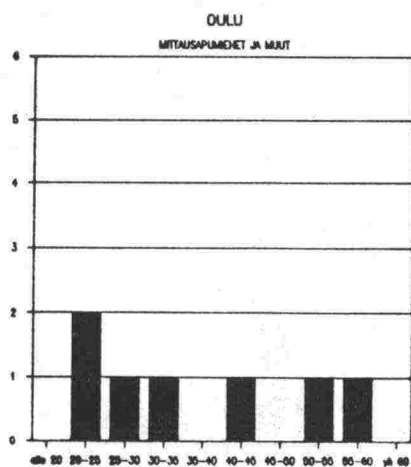
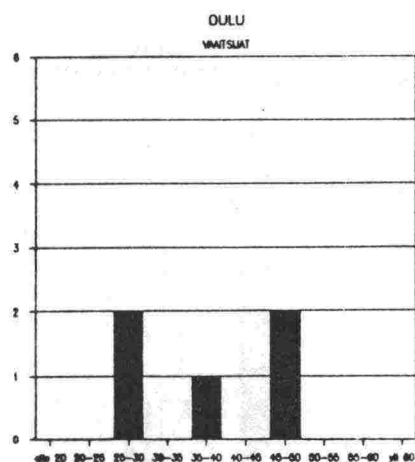
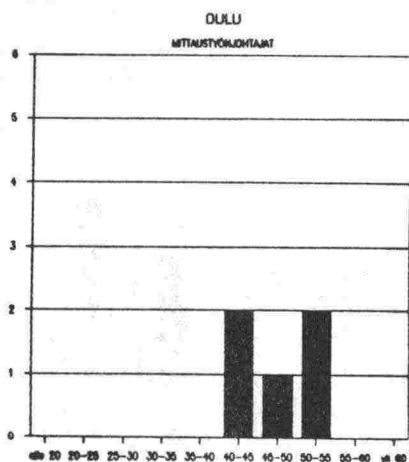
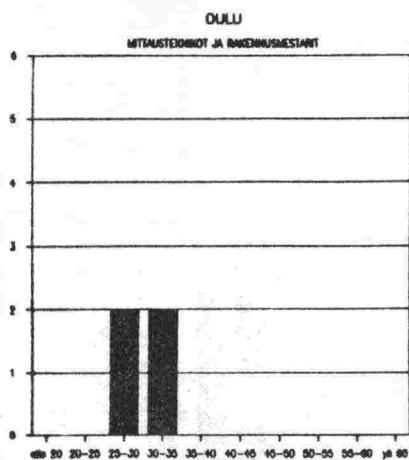






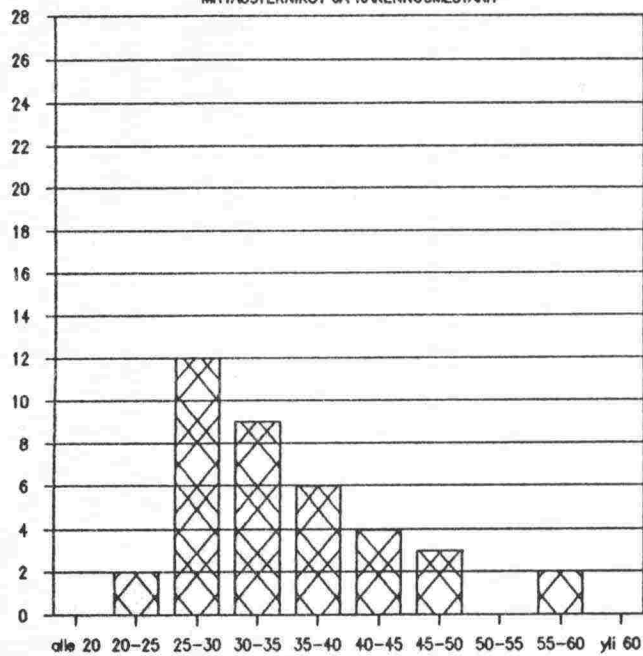






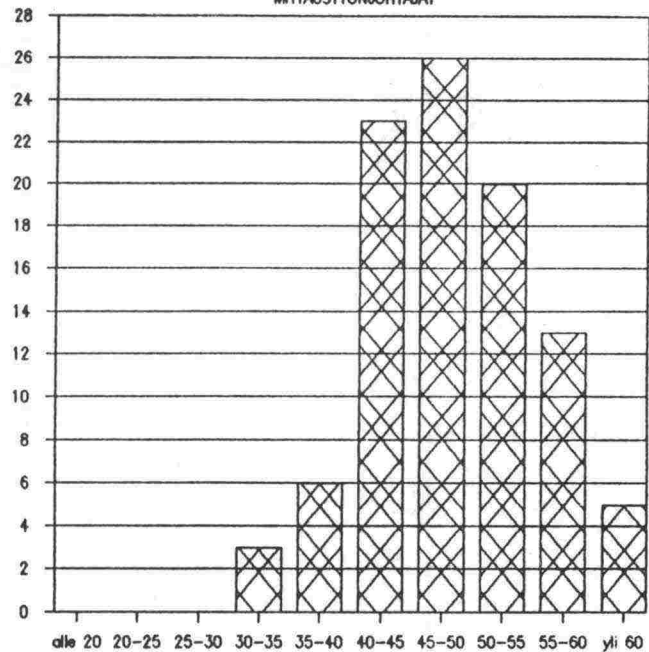
KOKO MAA

MITTAUSTEKNIKOT JA RAKENNUSMESTARIT



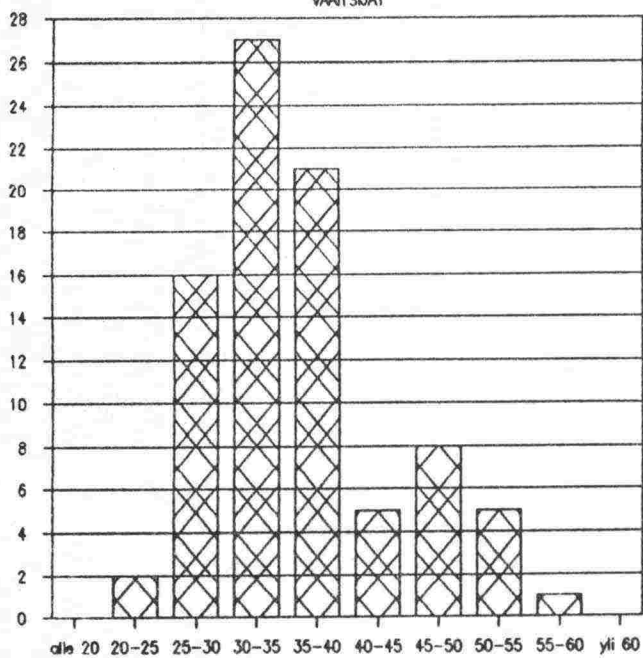
KOKO MAA

MITTAUSTYÖNJOHTAJAT



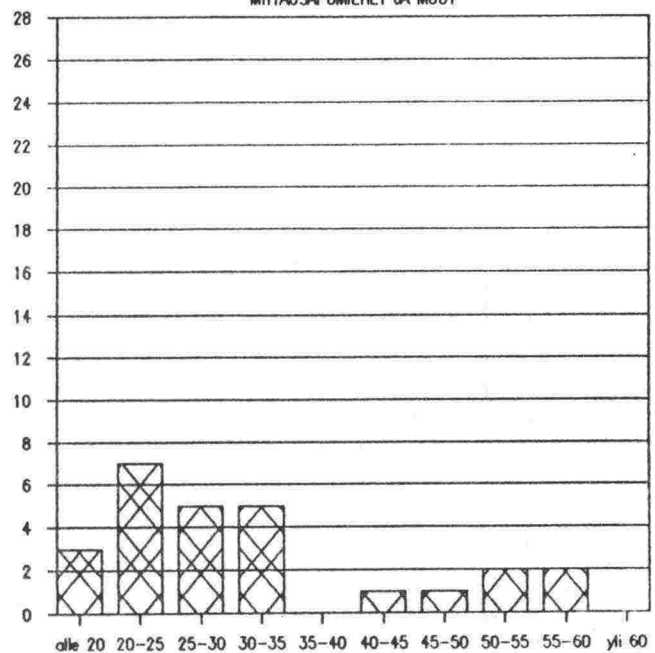
KOKO MAA

VAAITSUJAT



KOKO MAA

MITTAUSAPUMIEHET JA MUUT



TVH/Tienrakennustoimisto

Kysely 1986

TIETYÖMAAN MITTAUKSET

MITTAUSHENKILÖSTÖ

Tämän kyselyn tarkoituksena on kartoittaa mittaushenkilöstön koulutustasoa sekä kerätä mielipiteitä mittausmenetelmien ja kaluston kehittämisestä TVL:n piireissä.

Asianomaisia pyydetään vastaamaan mahdollisimman moneen seuraavista kysymyksistä. Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

1. Piiri: _____ 2. Työmaa _____

3. Vastaajan nimi: _____

4. Toimi: ☐ Mittausteknikko, rkm
☐ Mittaustyönjohtaja
☐ Vaaitsija
☐ Muu, mikä ? _____

5. Ikä: _____

6. Koulupohja: ☐ Lukio
☐ Keskikoulu
☐ Muu, mikä ? _____

7. Ammatillinen koulutus: ☐ Teknillinen koulu
☐ Ammattikoulu
☐ Mittauskurssi ____ kk
☐ Muu, mikä ? _____

8.a Mitä mittausvälineitä joudut työssäsi käyttämään ?

- ☐ Vaaituskoje
- ☐ Teodoliitti
- ☐ Elektro-optinen etäisyysmittari
- ☐ Elektroninen takymetri

8.b Mitä laskentalaitteita joudut työssäsi käyttämään ?

- ☐ Taskulaskin
- ☐ Ohjelmoitava funktiolaskin
- ☐ Mikro- tai vastaava tietokone

9. Mitkä ovat mielestäsi pääasialliset ongelmat työmaamittauksissa yleensä? Entä talvella?
10. Kiinnostaisiko sinua osallistuminen koulutukseen atk-pohjaisista mittausmenetelmistä jos sellaista järjestettäisiin ? (Jos ei, niin perustele)
11. Onko sinulla muita työmaamittauksiin liittyviä ehdotuksia ?
12. Mittaryhmän vetäjä ainoastaan vastaa:
Mikä on ryhmäsi henkilöstön määrä (kohdan 4 ryhmitystä käyttäen) ?

